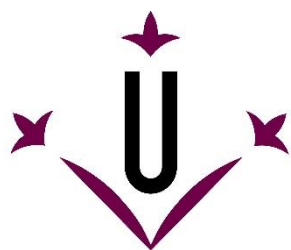


PREVALENCIA DE PATRONES PULMONARES EN PERROS Y GATOS DOMÉSTICOS Y SIN HOGAR

TRABAJO FIN DE GRADO EN VETERINARIA



Universitat de Lleida

Alumna: Neus Jané Guillén

Tutor: Xavier Sánchez Salguero

Doble grado en Veterinaria
y Ciencia y Producción Animal

Universidad de Lleida
ETSEA

Octubre de 2020

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, me gustaría dar las gracias a mi tutor y veterinario **Xavier Sánchez** por toda la ayuda, apoyo y motivación que me ha dado. A la veterinaria **Marta Bassols** por contar conmigo en las pruebas realizadas en la UQD de Torrelameu y enseñarme la parte práctica veterinaria. A **Maite Dueñas** y **Teresa Giró** por su ayuda en la sujeción de los pacientes durante la toma de imágenes. Agradecer también a la coordinadora del doble grado **Irene López** por permitirme utilizar las nuevas instalaciones de la UQD para la realización práctica de este trabajo. Al **Hospital Solidari de Vilafranca** por cederme algunas de las radiografías empleadas en el presente estudio.

Quiero dar las gracias a **Magalí** por seguir estando a mi lado durante tantos años y ayudarme siempre en todo. A **Álvaro** por todo su amor, apoyo y comprensión en esta última etapa universitaria. Mi más sincero agradecimiento a **mi familia**, por el enorme apoyo que me han dado durante toda mi etapa estudiantil y sobretodo en estos últimos años universitarios. Por último, agradecer a mis abuelos **Conxita y Josep** por no dejar nunca de creer en mis sueños.

RESUMEN

Los patrones pulmonares son alteraciones radiográficas de los campos pulmonares derivados de enfermedades o cambios fisiológicos del propio animal. La mayoría de estas enfermedades afectan al tracto respiratorio superior o inferior. Muchos de los perros y gatos sin hogar acaban en protectoras donde el hacinamiento, el estrés y otros factores hacen disminuir su sistema inmunitario siendo más propensos a desarrollar enfermedades y transmitirlas entre ellos.

El objetivo del estudio es conocer si existe diferencia en la prevalencia de presentar o no patrones pulmonares en animales domésticos y sin hogar. También se quiere conocer si existe diferencia en el tipo de patrón pulmonar según la edad (≤ 8 meses, 8 meses a ≤ 7 años, > 7 años), el hogar (doméstico o sin hogar) y la especie (canina o felina).

Para poder responder a estas cuestiones se realiza un estudio radiológico con 54 radiografías de un total de 39 perros y gatos domésticos y sin hogar. El rango de edad está comprendido entre los 6 meses hasta los 15 años. No se tiene en cuenta el sexo de los animales ni la raza y se desconoce su historial clínico.

Se analizan las radiografías obteniendo los siguientes resultados: el 23.07% (9/39) de los animales no presentan ningún patrón pulmonar, el 7.69% (3/39) presenta patrón intersticial, el 28.21% (11/39) patrón bronquial, el 35.90% (14/39) patrón broncointersticial, el 2.56% (1/39) patrón alveolar, el 2.56% (1/39) patrón broncoalveolar y 0% patrón vascular. El 2.56% (1/39) de los animales son cachorros (tenían ≤ 8 meses de edad), el 64.10% (25/39) son jóvenes/adultos (entre > 8 meses y ≤ 7 años) y, el resto, 33.33% (13/39) son geriátricos (> 7 años). Se realiza un análisis estadístico con Ji cuadrado obteniendo una diferencia significativa en la presencia o no de patrón pulmonar en función de la especie.

Se concluye que la especie canina es más prevalente en presentar patrones pulmonares y que no existe diferencia significativa en presentar un tipo de patrón pulmonar u otro entre animales domésticos y de protectoras, ni entre especies ni edades.

RESUM

Els patrons pulmonars són alteracions radiogràfiques dels camps pulmonars derivats de malalties o canvis fisiològics de l'animal. La majoria d'aquestes malalties afecten el tracte respiratori superior o inferior. Molts dels gossos i gats sense llar acaben en protectores a on les altes densitats, l'estrès i altres factors fan disminuir el seu sistema immunitari sent més propensos a desenvolupar malalties i transmetre-les entre ells.

L'objectiu de l'estudi és conèixer si hi ha diferència en la prevalença de presentar o no patrons pulmonars en animals domèstics i sense llar. També es vol conèixer si hi ha diferència en el tipus de patró pulmonar segons l'edat (≤ 8 mesos, 8 mesos a ≤ 7 anys, > 7 anys), la llar (domèstic o sense llar) i l'espècie (canina o felina).

Per poder respondre aquestes qüestions es realitza un estudi radiològic amb 54 radiografies d'un total de 39 gossos i gats domèstics i sense llar. El rang d'edat està comprès entre els 6 mesos fins als 15 anys. No es té en compte el sexe dels animals ni la raça i es desconeix el seu historial clínic.

S'analitzen les radiografies obtenint els següents resultats: el 23.07% (9/39) dels animals no presenten cap patró pulmonar, el 7.69% (3/39) presenta patró intersticial, el 28.21% (11/39) patró bronquial, el 35.90% (14/39) patró broncointersticial, el 2.56% (1/39) patró alveolar, el 2.56% (1/39) patró broncoalveolar i 0% patró vascular. El 2.56% (1/39) dels animals són cadells (tenien ≤ 8 mesos d'edat), el 64.10% (25/39) són joves / adults (entre > 8 mesos i ≤ 7 anys) i, la resta, 33.33% (13/39) són geriàtrics (> 7 anys). Es realitza una anàlisi estadística amb Ji quadrat obtenint una diferència significativa en la presència o no de patró pulmonar en funció de l'espècie.

Es conclou que l'espècie canina és més prevalent a presentar patrons pulmonars i que no hi ha diferència significativa a presentar un tipus de patró pulmonar o un altre entre animals domèstics i de protectores, ni entre espècies ni edats.

ABSTRACT

Pulmonary patterns are radiographic alterations of the lung fields derived from diseases or physiological changes in the animal. Most of these diseases affect the upper or lower respiratory tract. Many of the homeless dogs and cats end up in shelters where overcrowding, stress and other factors lower their immune systems and are more prone to developing diseases and transmitting them to each other.

The objective of the study is to know if there is a difference in the prevalence of presenting or not presenting pulmonary patterns in domestic and homeless animals. We also want to know if there is a difference in the type of lung pattern according to age (≤ 8 months, 8 months to ≤ 7 years, > 7 years), home (domestic or homeless) and species (canine or feline).

In order to answer these questions, a radiological study was carried out with 54 radiographs of a total of 39 domestic and homeless dogs and cats. The age range is between 6 months and 15 years. The animals' sex and breed are not taken into account, and their clinical history is unknown.

The radiographs are analyzed obtaining the following results: 23.07% (9/39) of the animals do not present any pulmonary pattern, 7.69% (3/39) present an interstitial pattern, 28.21% (11/39) bronchial pattern, the 35.90% (14/39) bronchointerstitial pattern, 2.56% (1/39) alveolar pattern, 2.56% (1/39) bronchoalveolar pattern and 0% vascular pattern. 2.56% (1/39) of the animals are puppies (they were ≤ 8 months old), 64.10% (25/39) are young / adults (between > 8 months and ≤ 7 years old) and, the rest, 33.33% (13/39) are geriatric (> 7 years). A statistical analysis is performed with Chi square, obtaining a significant difference in the presence or absence of a pulmonary pattern depending on the species.

It is concluded that the canine species is more prevalent in presenting pulmonary patterns and that there is no significant difference in presenting one type of pulmonary pattern or another between domestic and protective animals, neither between species nor ages.

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

BAL: lavado broncoalveolar

CAV-2: adenovirus canino tipo 2

Cd: caudal

CPIV: virus de la parainfluenza canina

Cr: craneal

CRIC: complejo respiratorio infeccioso canino

DV: dorsoventral

FHV: herpesvirus felino

FIV: calicivirus felino

FVR: virus de la rinotraqueitis felina

H3N8: influenza canina

kV: kilovoltaje

L: left (izquierda)

mA: miliamperaje

PIV: virus de parainfluenza

Prob: probabilidad

R: right (derecha)

RM: resonancia magnética

Rx: radiografía

TC: tomografía computarizada

UQD: Unidad Quirúrgica Docente

URI: upper respiratory infections (infecciones respiratorias del tracto superior)

VD: ventrodorsal

ÍNDICE DE FIGURAS Y TABLAS

Figura 1. Representación gráfica del árbol bronquial	7
Figura 2. Esquema de la segmentación de lóbulos pulmonares y árbol bronquial del gato (izquierda) y del perro (derecha).	8
Figura 3. Bronquiolo normal de perro.	9
Figura 4. Representación gráfica de los alvéolos pulmonares con la arteria y vena pulmonar y el intercambio gaseoso.....	11
Figura 5. Representación gráfica de la barrera aire-sangre.....	12
Figura 6. Epitelio nasal normal y lesionado después de la exposición de un gas irritante en el aire... 13	
Figura 7. La auscultación respiratoria	15
Figura 8. Radiografía torácica de gato con asma felino.....	24
Figura 9. Administración inhalatoria en gato	24
Figura 10. Radiografía torácica ventrodorsal de perro subexpuesta	30
Figura 11. Radiografía lateral de tarso equino sobreexpuesta	30
Figura 12. Las 5 opacidades radiográficas.....	31
Figura 13. Radiografía de tórax canino lateral izquierda donde se indica la ubicación aproximada de los lóbulos pulmonares.....	33
Figura 14. Radiografía de tórax canina ventrodorsal (VD) donde se indica la ubicación aproximada de los lóbulos pulmonares.....	33
Figura 15. Posicionamiento de un perro para la realización de una radiografía en proyección ventrodorsal.....	34
Figura 16. Posicionamiento de un perro para la realización de una radiografía en proyección lateral izquierda	34
Figura 17. Marcador metálico radiográfico	35
Figura 18. A) Se trata de una proyección lateral derecha se observa la inserción de la VCC en el pilar diafragmático derecho; B) se trata de una proyección lateral izquierda, se observa el pilar izquierdo más craneal que el derecho.	35
Figura 19. A) proyección DV, con una línea convexa; B) proyección VD con tres líneas convexas	36
Figura 20. Radiografía de tórax lateral de un gato sano obtenida en inspiración.....	37
Figura 21. Primer plano de una radiografía torácica lateral de Springer Spaniel Inglés de 9 años con osteomas pulmonares	37
Figura 22. Proyección lateral normal de gato obeso.	38
Figura 23. Plano transversal de la cavidad torácica mediante TC ajustado a W1600 y L-600.....	39
Figura 24. Ecografía de tórax de perro, se accedió por el espacio intercostal.	41
Figura 25. Vistas de cerca de la zona dorsocaudal (A) y caudal izquierda (B) del pulmón de un perro sano que ilustra la apariencia radiográfica del pulmón normal.	43
Figura 26. Radiografía lateral de perro mostrando el lóbulo caudal izquierdo.....	44
Figura 27. Mineralización bronquial en un perro.	44
Figura 28. Ubicación aproximada de los bronquios lobares normales en (a) una proyección lateral derecha y (b) una proyección VD.....	45
Figura 29. Radiografía ampliada lateral (izquierda) y VD (derecha) de un gato con patrón bronquial.	45
Figura 30. Radiografía lateral ampliada en la zona de la carina.	46
Figura 31. Radiografía lateral de la zona craneoventral del tórax de un perro.	48

Figura 32. Radiografía lateral de tórax de un Golden Retriever de 9 años con metástasis pulmonares miliarias.....	48
Figura 33. Radiografía ventrodorsal (VD) de un perro con infección confirmada de blastomicosis.	49
Figura 34. Radiografía VD con el lóbulo medio derecho colapsado, formando un signo lobar.	51
Figura 35. Aspecto craneoventral del tórax de un perro con patrón alveolar.	52
Figura 36. Representación gráfica de la medición de las arterias para diagnosticar un patón vascular	53
Figura 37. Radiografía de tórax lateral (izquierda) y VD (derecha).....	53
Figura 38. Primer plano caudodorsal de una radiografía torácica lateral de un gato siamés de 8 años con asma, corresponde a un patrón broncointersticial.....	55
Figura 39. Radiografía DV de un Doberman con patrón mixto.....	55
Figura 40. Radiografía VD.....	55
Figura 41. Equipo de rayos X de la Unidad Quirúrgica Docente de Torrelameu.	60
Figura 42. Radiografía torácica en proyección lateral derecha de gato adulto	61
Figura 43. Radiografía torácica en proyección VD de gato adulto	61
Figura 44. Posicionamiento de perro para obtener una radiografía torácica en proyección lateral derecha, el perro está tocando la mesa con su lado derecho	62
Figura 45. Posicionamiento de un perro para obtener una radiografía torácica en proyección ventrodorsal (VD), el perro está en decúbito supino	62
Figura 46. Prendas de protección contra rayos X para tomar radiografías	63
Tabla 1. Ventajas e inconvenientes del uso de la radiología	31
Tabla 2. Adaptación de diagnósticos diferenciales y su prevalencia de patrón bronquial.....	46
Tabla 3. Diagnóstico diferencial y prevalencia de patrón intersticial estructurado	49
Tabla 4. Diagnóstico diferencial y prevalencia de patrón intersticial no estructurado	50
Tabla 5. Diagnóstico diferencial, distribución y prevalencia de patrón alveolar	52
Tabla 6. Diagnóstico diferencial de patrón vascular	54
Tabla 7. Diagnóstico diferencial de patrón mixto	56
Tabla 8. Tabla de datos del programa JMPpro15	64
Tabla 9. Descripción de los parámetros asociados a cada variable.....	64
Tabla 10. Tabla de contingencia según la ausencia o presencia de patrón pulmonar (0 o 1) en función de la edad (0,1,2).	65
Tabla 11. Tabla en referencia a la ausencia o presencia de patrón y la edad.	65
Tabla 12. Tabla de contingencia según la ausencia o presencia de patrón pulmonar (0 o 1) en función del hogar (0,1).....	66
Tabla 13. Tabla en referencia a la ausencia o presencia de patrón y el hogar.....	66
Tabla 14. Tabla de contingencia según la ausencia o presencia de patrón pulmonar (0 o 1) en función de la especie (C o F).	67
Tabla 15. Tabla en referencia a la ausencia o presencia de patrón y la especie	67
Tabla 16. Tabla de contingencia según el tipo de patrón pulmonar (0,1,2,3,4,5) en función de la edad (0,1,2).....	68
Tabla 17. Tabla en referencia al tipo de patrón pulmonar y la edad.....	68
Tabla 18. Tabla de contingencia según el tipo de patrón pulmonar (0,1,2,3,4,5) y el hogar (0,1).	69
Tabla 19. Tabla en referencia al tipo de patrón pulmonar y el hogar.	69

Tabla 20. Tabla de contingencia, según el tipo de patrón pulmonar (0,1,2,3,4,5) y la especie (C,F). ..	70
Tabla 21. Tabla en referencia al tipo de patrón pulmonar y la especie.....	70
Tabla 22. En esta tabla se observa el número de perros y gatos procedentes de hogares, el tipo de patrón pulmonar que presenta cada especie y las edades.	71
Tabla 23. En esta tabla se observa el número de perros y gatos procedentes de protectoras/perreras, el tipo de patrón pulmonar que presenta cada especie y las edades.	72

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1. INTRODUCCIÓN	7
1.1. Anatomía del sistema respiratorio.....	7
1.2. Fisiología del sistema respiratorio.....	10
1.2. Patologías respiratorias en perros y gatos.....	14
1.2.1. Traqueobronquitis infecciosa canina	17
1.2.2. Bronquitis crónica canina	19
1.2.3. Complejo Respiratorio Felino	20
1.2.4. Asma felino y Bronquitis felina idiopática.....	22
1.2.5. Neumonía bacteriana o bronconeumonía.....	24
1.3. Técnicas de diagnóstico por imagen.....	28
1.3.1. Radiología.....	29
1.3.2. Tomografía Computarizada (TC).....	38
1.3.3. Ecografía.....	40
1.3.4. Resonancia magnética (RM)	41
1.4. Patrones pulmonares.....	42
1.4.1. Patrón bronquial.....	43
1.4.2. Patrón intersticial.....	47
1.4.3. Patrón alveolar	50
1.4.4. Patrón vascular	53
1.4.5. Patrón mixto.....	54
1.5. Epidemiología.....	56
2. OBJETIVOS.....	58
3. MATERIAL Y MÉTODOS.....	59
3.1. Población de estudio	59
3.2. Criterios de inclusión y exclusión	59
3.3. Instalaciones para el estudio	60
3.4. Posicionamiento del animal y colimación.....	60
3.4.1. Posicionamiento según la proyección	60
3.4.2. Colimación	61
3.5. Otros: Normativa	62
3.6. Análisis estadístico	63
4. RESULTADOS.....	65
5. DISCUSIÓN.....	73
5.1. La radiología como herramienta para el estudio	73

5.2. Efecto de la sedación durante la toma de radiografías	73
5.3. Presencia o ausencia de patrones pulmonares	73
5.4. Patrones pulmonares en función del hogar y especie	74
5.4.1. Animales domésticos	74
5.4.2. Animales sin hogar.....	74
5.4.3. Comparativa entre animales domésticos y sin hogar	74
5.5. Patrones pulmonares en función de la edad.....	75
5.6. Limitaciones del estudio	76
6. CONCLUSIONES	77
7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	78

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Anatomía del sistema respiratorio

El sistema respiratorio está constituido por la nariz, cavidades nasales, senos paranasales, faringe, laringe, tráquea y pulmones.

Los pulmones están compuestos por parénquima pulmonar y tejido intersticial. El parénquima pulmonar es el tejido funcional donde se intercambia el oxígeno y el dióxido de carbono y está formado por todos los bronquiolos y sus ramificaciones hasta los alvéolos. El tejido intersticial está formado por tejido blando elástico y colágeno, incluyendo glándulas mixtas, musculatura lisa, fibras nerviosas, vasos sanguíneos y linfáticos. La elasticidad del tejido intersticial permite la expansión y retracción pulmonar (König & Liebich, 2008).

A partir de los dos bronquios principales se crea un conjunto de tubos y conductos hasta llegar a los alvéolos, conocido como árbol bronquial (Figura 1). De esta manera, los dos bronquios principales se dividen en bronquios lobulares que se subdividen en segmentarios. A continuación se dividen en bronquiolos verdaderos los cuales se subdividen para formar los bronquiolos terminales (König & Liebich, 2008).

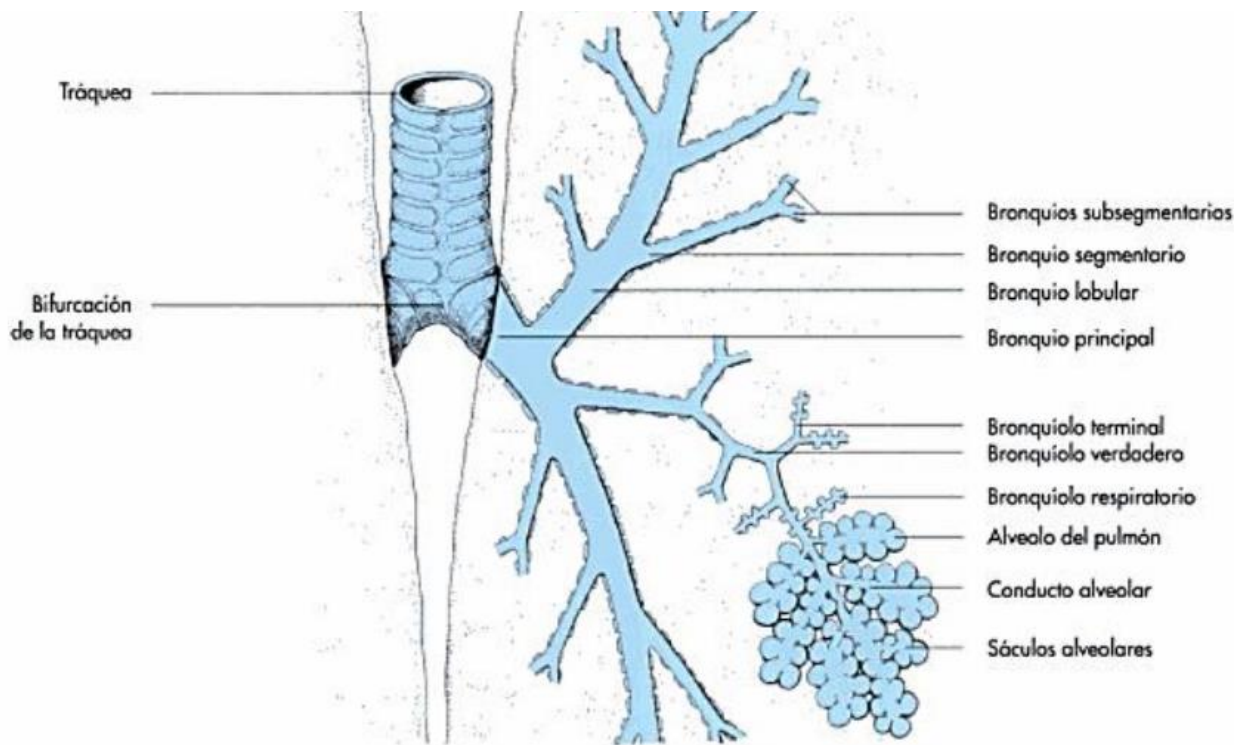


Figura 1. Representación gráfica del árbol bronquial (König & Liebich, 2008)

A partir de los bronquiolos terminales se diferencian los bronquiolos respiratorios, los conductos alveolares, sáculos alveolares y los alvéolos pulmonares.

Los bronquiolos respiratorios forman dilataciones y ensanchamientos parietales revestidos de epitelio alveolar plano, muy desarrollados en carnívoros. Los conductos alveolares se subdividen y desembocan en alvéolos. Alrededor de 200 alvéolos forman un saco alveolar con aspecto de racimo de uvas.

Los alvéolos están revestidos por una capa de neumocitos de tipo I y II apoyados sobre una membrana basal y rodeados por una densa red de capilares compuestos de endotelio, lámina basal y epitelio alveolar. El intersticio está formado por fibroblastos, miofibroblastos, colágeno, fibras elásticas y algunos macrófagos y mastocitos. Los alvéolos junto con los capilares forman la barrera sangre-aire (König & Liebich, 2008; López & Martinson, 2017).

Las subdivisiones del árbol bronquial forman los lóbulos pulmonares. En el perro y gato el pulmón izquierdo está compuesto por 2 lóbulos, el lóbulo craneal (dividido en dos segmentos, el craneal y el caudal) y el lóbulo caudal, mientras que el pulmón derecho está compuesto por 4 lóbulos, el craneal, medio, caudal y accesorio (Figura 2) (König & Liebich, 2008; Reece, 2009).

El lóbulo accesorio se encuentra en el receso del mediastino, es decir, entre el mediastino, la vena cava caudal, el pericardio y el diafragma. En el perro y con mayor frecuencia en el gato, una parte del lóbulo accesorio se encuentra fuera del receso del mediastino (König & Liebich, 2008; Reece, 2009).

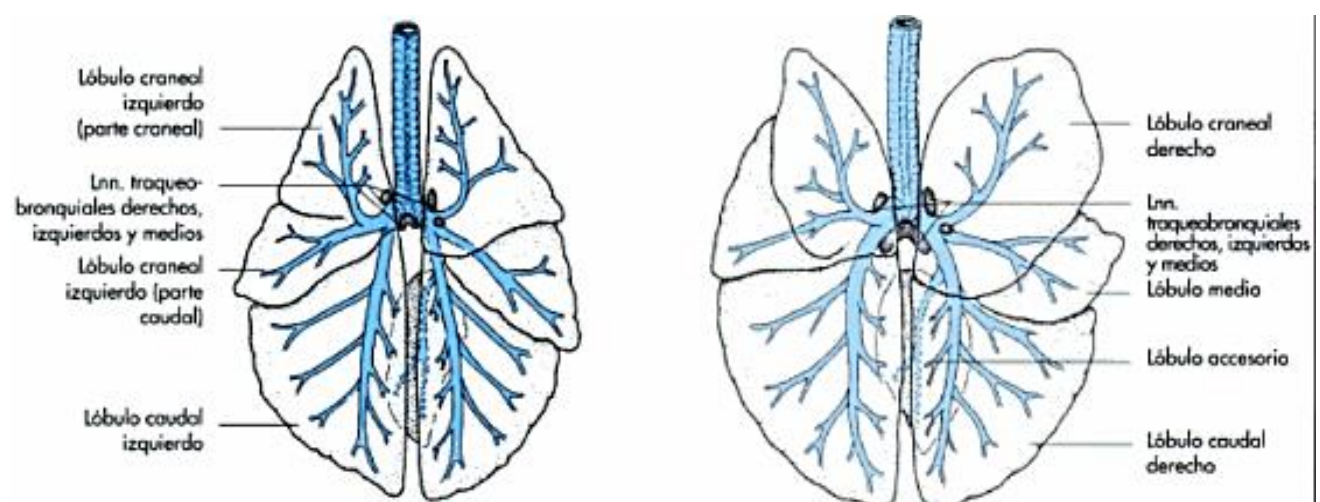


Figura 2. Esquema de la segmentación de lóbulos pulmonares y árbol bronquial del gato (izquierda) y del perro (derecha) (vista dorsal), (König & Liebich, 2008).

El revestimiento luminal está formado por epitelio respiratorio, el cual va disminuyendo progresivamente a medida que se va ramificando el árbol bronquial para acabar siendo una sola capa de epitelio plano formado por células de revestimiento alveolar (Figura 3).

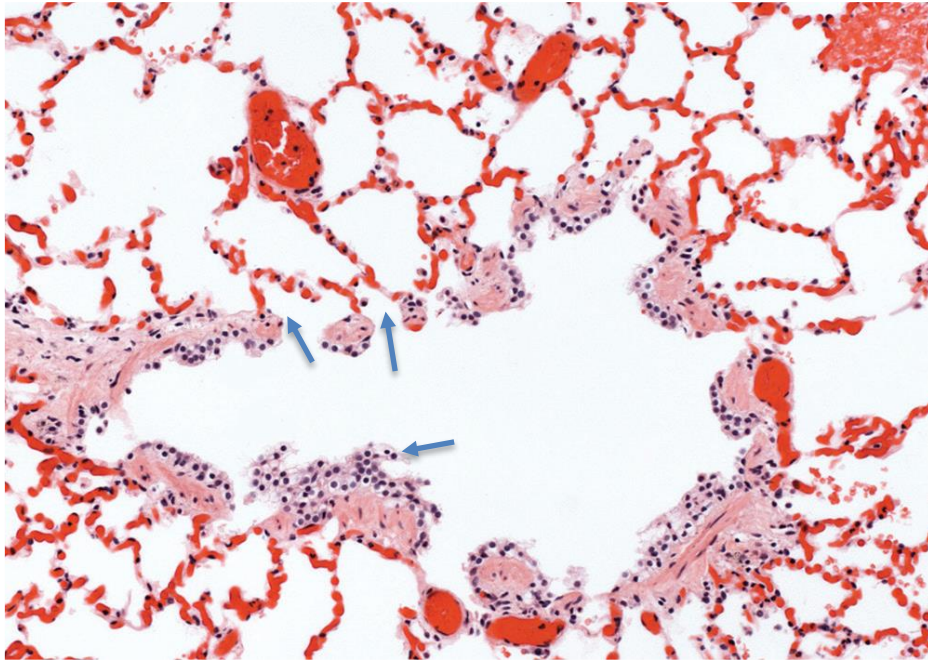


Figura 3. Bronquiolo normal de perro. La pared del bronquiolo está formada por epitelio ciliado, sostenido por músculo liso y tejido conectivo. Se forman comunicaciones laterales entre la luz bronquiolar y los alvéolos (flechas) (López & Martinson, 2017).

Circulación sanguínea: Desde el ventrículo derecho del corazón, la arteria pulmonar dirige la sangre no oxigenada hasta los pulmones, allí se produce el intercambio gaseoso entre los capilares y los alvéolos, obteniéndose sangre oxigenada que es dirigida hasta el atrio izquierdo del corazón por las venas pulmonares.

El tronco pulmonar se divide en las arterias derecha e izquierda que se ramifican en el pulmón derecho y en el izquierdo respectivamente. Estas arterias son las únicas del cuerpo que transportan sangre venosa. Sus ramas llegan a los alvéolos donde forman una red capilar densa. Cada alvéolo está rodeado por unas 10 asas de capilares (Evans & de Lahunta, 2013).

Innervación: el pulmón recibe nervios parasimpáticos y simpáticos del plexo pulmonar dentro del mediastino. Las fibras eferentes irrigan las glándulas bronquiales, los músculos y los vasos sanguíneos; las fibras aferentes proceden de la mucosa y los receptores de estiramiento (König & Liebich, 2008).

1.2. Fisiología del sistema respiratorio

El sistema respiratorio se encarga de diversas funciones importantes en el organismo, la más importante consiste en suministrar oxígeno al sistema cardiovascular y eliminar el dióxido de carbono de la sangre (König & Liebich, 2008). Otras funciones son el mantener el equilibrio ácido-base, metabolizar algunas sustancias bioactivas como la serotonina, prostaglandinas, corticosteroides y leucotrienos y activar otras sustancias como la angiotensina (Kuehn, 2013c).

Cuando un animal respira, el aire entra por la nariz o la boca, viaja por la tráquea que se divide en los bronquios derecho e izquierdo, llegando a los bronquiolos los cuales se ramifican y terminan en unos pequeños sacos de aire llamados alvéolos. En los alvéolos se produce el intercambio de gases entre la sangre y el aire a través de una membrana muy delgada y permeable (Kuehn, 2018a).

El sistema respiratorio se divide en las vías respiratorias altas (nariz, cavidades nasales, senos paranasales, faringe y laringe) y las vías respiratorias bajas (tráquea, bronquios, bronquiolos y alvéolos).

Las vías aéreas altas constituyen alguna de las defensas del sistema respiratorio contra sustancias extrañas pero también proporcionan el sentido del olfato, la vocalización y tienen una gran importancia en la regulación de la temperatura, como por ejemplo, el jadeo de los perros para refrescarse.

Los órganos que conducen el aire hasta los pulmones y que conforman el sistema de conducción son: fosas nasales, cavidades nasales, senos paranasales, nasofaringe, laringe, tráquea, bronquios.

La mucosa de estos órganos está tapizada por epitelio columnar ciliado y células productoras de moco (Gelberg, 2012).

Los órganos respiratorios encargados del intercambio de gases entre el aire y la sangre son dos segmentos que se encuentran dentro del pulmón y que se dividen en los siguientes dos sistemas:

- a) Sistema de transición: Compuesto exclusivamente por los bronquiolos, que están tapizados por células de Clara, células secretoras no ciliadas, y algunas células ciliadas.
- b) Sistema de intercambio: Compuesto por los alvéolos, espacios aéreos tapizados de neumocitos tipo I (membranosos) y tipo II (glandulares) (Gelberg, 2012).

El intercambio de gases consiste en que el oxígeno del aire inspirado se difunde hacia la sangre y el anhídrido carbónico desde la sangre al aire inspirado.

Las paredes de los alvéolos comparten una membrana con los capilares (Figura 4) donde el oxígeno y el dióxido de carbono se mueven libremente entre el sistema respiratorio y el torrente sanguíneo. Las moléculas de oxígeno de los alvéolos se adhieren a la hemoglobina de los glóbulos rojos produciendo la hematosis, mientras que las moléculas de dióxido de carbono pasan del torrente sanguíneo a los alvéolos siendo expulsadas del cuerpo en la exhalación.

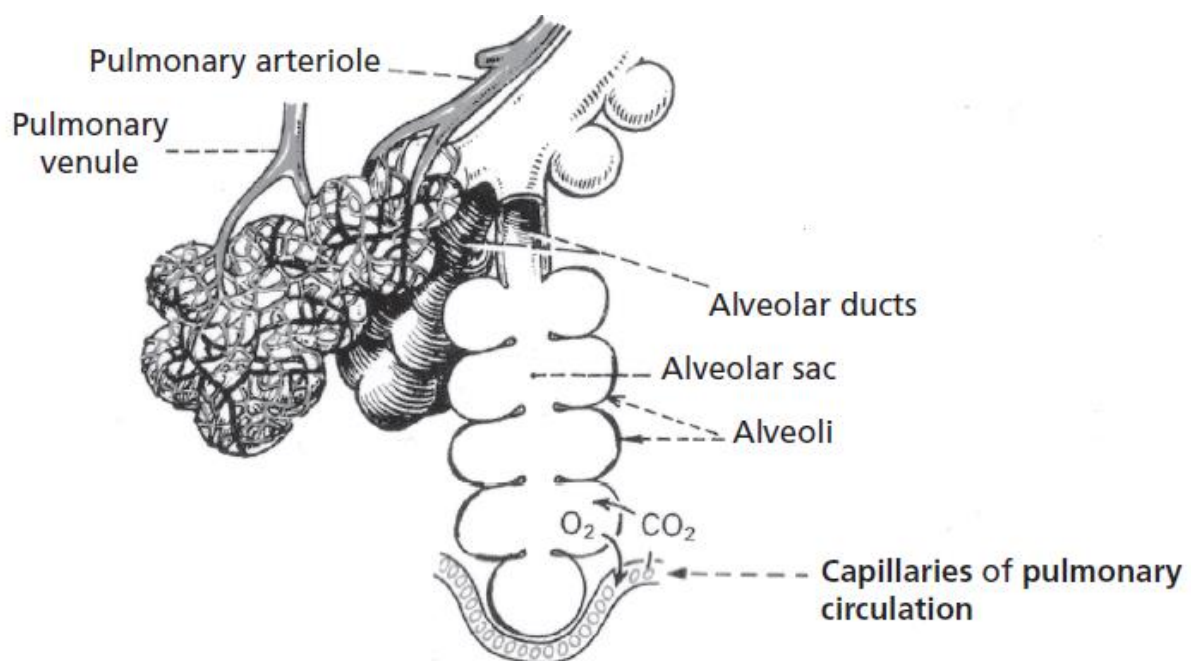


Figura 4. Representación gráfica de los alvéolos pulmonares con la arteria y vena pulmonar y el intercambio gaseoso (Reece, 2009).

Más específicamente, la barrera sangre-aire está formada por una membrana constituida por extensiones citoplasmáticas de neumocitos tipo I (membranosos), una lámina basal dual sintetizada por estos neumocitos y extensiones citoplasmáticas de células endoteliales (Figura 5) (López & Martinson, 2017).

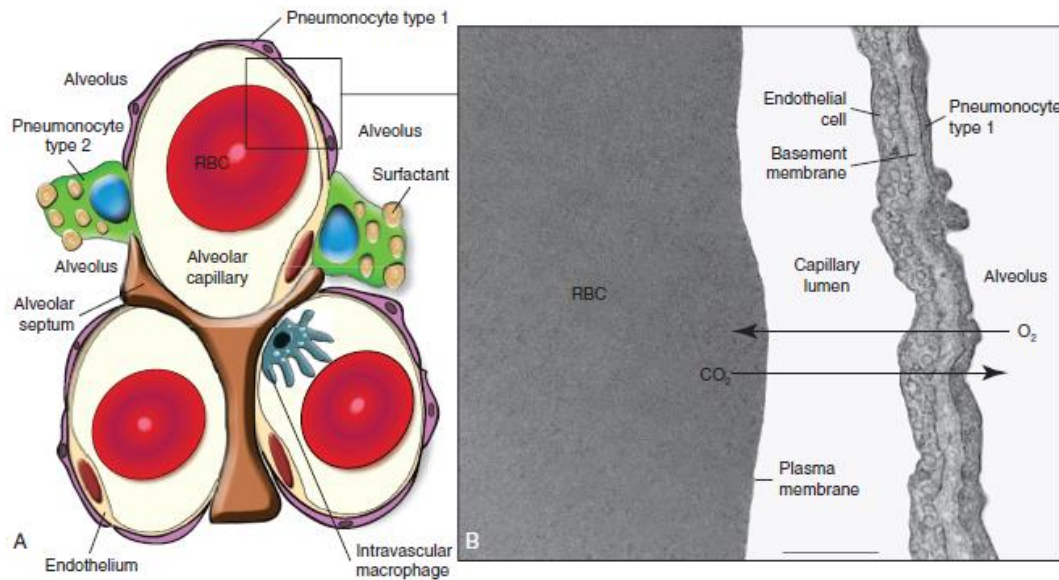


Figura 5. Representación gráfica de la barrera aire-sangre. A) Se observa la fina membrana que separa el compartimento sanguíneo de los alvéolos. Los neumocitos tipo I son muy delgados y cubren la mayor parte de la pared alveolar. Se observan las células endoteliales que recubren el capilar alveolar. Los neumocitos tipo II aparecen como grandes células cuboidales con surfactante en el citoplasma. Se observa también un macrófago en una pared de capilar alveolar y un glóbulo rojo dentro de la luz del capilar alveolar. B) Pared alveolar, la barrera sangre-aire tiene extensiones citoplasmáticas de neumocitos tipo I, una lámina basal dual sintetizada por neumocitos tipo I y extensiones citoplasmáticas de células endoteliales (López & Martinson, 2017).

Los sistemas que comprenden el aparato respiratorio son muy susceptibles a padecer lesiones debido a la constante exposición de microorganismos, partículas, tóxicos, gases y vapores presentes en el aire.

El sistema respiratorio tiene sus propios mecanismos de defensa, tanto mecánicos como inmunológicos. Las fosas nasales, calientan y humedecen el aire inhalado filtrando las partículas más grandes, las cuáles se quedan adheridas al revestimiento mucoso de las mismas, la laringe, la tráquea o los bronquios, dónde más tarde serán transportadas por el tejido mucociliar hasta la faringe, siendo eliminadas mediante la tos o la deglución. Otros factores mecánicos son la forma de los cornetes nasales, la presencia de cilios y moco, el reflejo de la tos y la broncoconstricción (Kuehn, 2013c; López & Martinson, 2017).

A nivel inmunológico destacan los macrófagos que son los encargados de fagocitar los microorganismos y presentar el antígeno a los linfocitos para la estimulación de la respuesta inmune. Como defensas secretoras se encuentran los interferones para la defensa antiviral, las células del complemento para la lisis de los microorganismos, el surfactante que recubre los alvéolos para evitar su propio colapso, la fibronectina para modular la unión bacteriana y los anticuerpos (Kuehn, 2013c; López & Martinson, 2017).

Las estructuras anatómicas junto con los mecanismos inmunológicos constituyen la defensa contra microorganismos y otras partículas extrañas. Por esta razón es importante la estimulación del sistema inmune mediante vacunas y antimicrobianos, para disminuir el impacto de las enfermedades respiratorias en los animales.

Daños en el sistema de conducción:

Según López & Martinson (2017) este sistema está recubierto por epitelio ciliado columnar pseudoestratificado, epitelio olfatorio y escamoso. El primer epitelio recubre la mayor parte de los órganos del aparato respiratorio hasta los bronquios. Cuando se produce una lesión y las células quedan dañadas pierden su unión con la membrana basal y se exfolian. Al mismo tiempo, se produce un exudado líquido de proteínas plasmáticas y neutrófilos que cubren la lesión (Figura 6). Si no hay infecciones secundarias, las células epiteliales secretoras no ciliadas de la mucosa migran para cubrir la membrana basal dañada y producir mitosis para generar células epiteliales ciliadas. Tanto la migración como la proliferación se produce gracias a las interleucinas (IL-1 β , IL-2, IL-4 y IL-13), factores de crecimiento, colágeno y fibronectina.

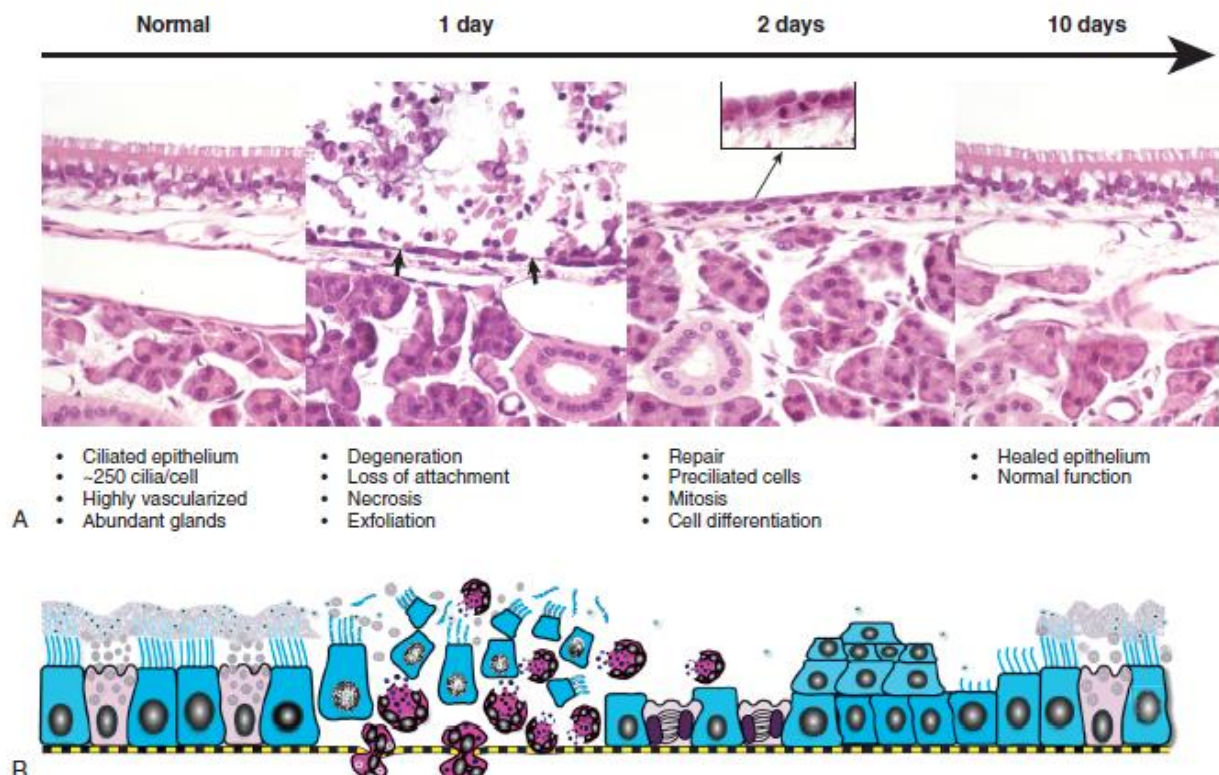


Figura 6. Epitelio nasal normal y lesionado después de la exposición de un gas irritante en el aire. A) epitelio ciliado normal compuesto por células con muchos cilios. Día1: se observa el desprendimiento y exfoliación de las células ciliadas, dejando una membrana basal desnuda (flechas). Día 2: la membrana basal está revestida por células preciliadas que se dividen rápidamente. Día 10: el epitelio nasal está completamente reparado. B) Representación esquemática de los elementos de la lesión y reparación en la mucosa respiratoria; célula azul= célula epitelial mucosa ciliada; célula rosa= célula caliciforme; glóbulos granate= neutrófilos (López & Martinson, 2017).

Esta secuencia de degeneración celular, exfoliación, ulceración, mitosis y reparación suele estar presente en muchas infecciones virales en las que los virus se replican en las vías nasal, traqueal, y epitelio bronquial, provocando una extensa ulceración de la mucosa.

Esto sucede por ejemplo en la rinotraqueitis felina (herpesvirus felino 1) y los virus que provocan las enfermedades respiratorias infecciosas caninas como el adenovirus 2 (CAV-2) y el virus de la parainfluenza canina (CPIV).

Si el daño se vuelve crónico, se produce hiperplasia celular creando hipersecreción mucosa.

Se produce el mismo proceso en los bronquios y dependiendo del tipo de exudado, las bronquitis pueden ser catarrales, purulentas, fibrinosas, fibrinonecróticas y a veces granulomatosas.

Cuando la mucosidad no se puede eliminar provoca una bronquitis obstructiva crónica y enfisema. Como consecuencia, se puede producir una dilatación permanente de uno o varios bronquios, proceso conocido como bronquiectasia (López & Martinson, 2017).

1.2. Patologías respiratorias en perros y gatos

Se debe tener en cuenta que cierta cantidad de bacterias vive de forma natural en los conductos nasales, la faringe y la tráquea, como por ejemplo, *Bordetella bronchiseptica* y *Manheimia haemolytica*, sin causar signos de enfermedad. Las infecciones por estas bacterias se producen cuando los mecanismos de defensa fallan al estar debilitados por otra infección (como el moquillo o el virus de la parainfluenza), por sustancias irritantes (ej. humo) o por otras enfermedades (ej. insuficiencia cardíaca congestiva o los tumores pulmonares). Los organismos patógenos pueden seguir viviendo en el tracto respiratorio de los animales que se están recuperando y atacar de nuevo cuando éstos se estresan y su sistema inmune se debilita (López & Martinson, 2017).

Cuando los anteriores mecanismos de defensa fallan los perros y gatos contraen enfermedades, siendo la tos y el distrés respiratorio los síntomas más comunes en la afección del tracto respiratorio inferior (tráquea, bronquios, bronquiolos y alvéolos). Este tipo de infecciones interfieren con la oxigenación de la sangre provocando distrés respiratorio, intolerancia al ejercicio, debilidad, cianosis incluso síncope. También pueden provocar fiebre, anorexia, pérdida de peso y apatía. Para hacer una correcta aproximación diagnóstico es necesaria la auscultación del paciente y la radiología torácica (R. W. Nelson & Couto, 2020).

La tos se define como la salida repentina de aire del pulmón a través de la boca. Es un acto reflejo defensivo para la eliminación de material sólido o líquido de las vías respiratorias. La tos puede ser productiva o no productiva. En el caso de la productiva, puede expulsar de las vías respiratorias a la cavidad oral moco, exudado, fluido edematoso o sangre. A diferencia de los perros, es poco común que los gatos manifiesten tos.

El distrés respiratorio es la dificultad al respirar, los perros la suelen manifestarla con el cuello extendido y los codos abducidos, con movimientos abdominales muy exagerados. Los gatos con la respiración comprometida respiran con la boca abierta o muestran movimientos torácicos.

Para una correcta auscultación torácica (Figura 7) se debe realizar en un sitio tranquilo con el animal en calma ya que el jadeo o el ronroneo no permiten la inspiración profunda, de manera que impiden la evaluación de los sonidos pulmonares. El fonendoscopio se coloca sobre la tráquea cerca de la laringe, si se oyen ronquidos discontinuos suelen proceder de la cavidad nasal y la faringe como resultado de obstrucciones derivadas de anomalías estructurales, como un paladar blando alargado, moco o exudado excesivo (Richard W. Nelson & Couto, 2020).

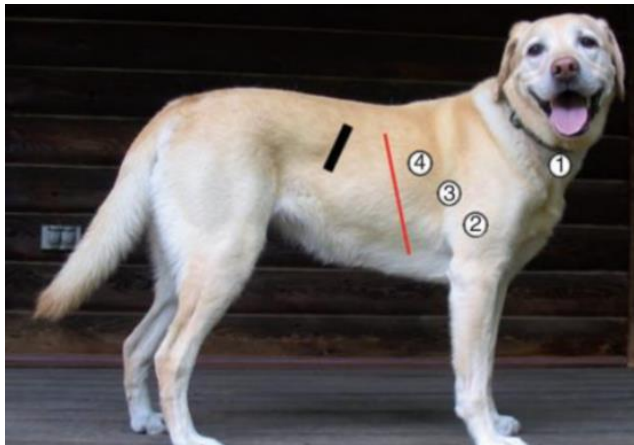


Figura 7. La auscultación respiratoria empieza colocando el fonendoscopio en la tráquea (1), después de evaluar los sonidos de las vías respiratorias superiores, se procede a la auscultación de los campos pulmonares craneoventral (2), central (3) y dorsal (4) en ambos lados del tórax (Richard W. Nelson & Couto, 2020).

Los pulmones se extienden cranealmente hasta la entrada torácica y caudalmente hasta aproximadamente la séptima costilla, ventralmente a lo largo del esternón y dorsalmente hasta aproximadamente el undécimo espacio intercostal. Los campos pulmonares craneoventral, central y dorsal del lado izquierdo y derecho, se auscultan ordenadamente. Cualquier auscultación asimétrica entre el lado derecho y el izquierdo del campo pulmonar será anormal (R. W. Nelson & Couto, 2020).

Los sonidos anormales que se producen a nivel extratorácico suelen oírse mejor durante la inspiración. Al colocar el fonendoscopio sobre la tráquea se pueden oír sibilancias, sonidos agudos continuos que ocurren en animales con obstrucción laríngea. Los sonidos roncacos discontinuos y las sibilancias se conocen como estertores y estridores, respectivamente, cuando tienen su origen en las vías aéreas superiores y se pueden oír sin necesidad del fonendoscopio (Richard W. Nelson & Couto, 2020; Stephen J. Ettinger, Edward C. Feldman, 2017).

Antiguamente se describían los sonidos pulmonares normales como una mezcla de sonidos “bronquiales o traqueales” y “vesiculares (alveolares)”, aunque todos los sonidos se originan en las vías respiratorias superiores y no en los alvéolos. Estos sonidos se definen como fuertes y secos, escuchándose en la tráquea y, con menos frecuencia, en las regiones centrales de los pulmones. En la mayor parte de los pulmones los sonidos son suaves y se comparan con la brisa que sopla a través de las hojas (R. W. Nelson & Couto, 2020).

Los lóbulos pulmonares consolidados y grandes lesiones pueden producir un aumento de los sonidos pulmonares debido a una mejor transmisión de los sonidos de las vías respiratorias desde los lóbulos adyacentes. Sin embargo, los sonidos pulmonares son más flojos en uno o ambos lados del tórax cuando existe efusión pleural, neumotórax, hernia diafragmática o masas torácicas.

Las crepitaciones o sibilancias son sonidos pulmonares anormales. Las primeras son sonidos discontinuos y no musicales que suenan como papel arrugado. Se suelen oír en enfermedades que provocan la formación de edema o un exudado dentro de las vías respiratorias (ej. bronquitis) y en fibrosis intersticial, por el contrario, las sibilancias son sonidos musicales continuos de tono agudo que indican un estrechamiento de las vías respiratorias, esto puede ser debido a broncoconstricción, engrosamiento de la pared bronquial, exudado o líquido dentro de la luz bronquial, masas intraluminales o compresión de las vías respiratorias externas. Las sibilancias se escuchan con mayor frecuencia en gatos con bronquitis durante la fase inicial de la espiración, mientras que en perros con colapso traqueal se suelen escuchar al final de la espiración (R. W. Nelson & Couto, 2020).

Las enfermedades que más afectan a la tráquea y bronquios son las siguientes: traqueobronquitis infecciosa canina, bronquitis crónica canina, colapso traqueal, bronquitis felina idiopática, bronquitis alérgica, bacterias como *Mycoplasma sp.* y *Oslerus osleri*, neoplasias, cuerpos extraños, compresión bronquial y desgarros traqueales (R. W. Nelson & Couto, 2020).

Es importante que no haya un elevado número de animales en sitios pequeños donde circula poco el aire, ya que esto se suele relacionar con malas condiciones de saneamiento y producir infecciones más frecuentes y graves que se propagan por el ambiente y provocan la infección de la mayor parte de los animales. Esto suele producirse en perreras, protectoras, tiendas de mascotas, entre otras.

1.2.1. Traqueobronquitis infecciosa canina

1.2.1.1. Etiología

La traqueobronquitis infecciosa canina también llamada “tos de las perreras” o “complejo respiratorio infeccioso canino (CRIC)” es el resultado de la inflamación de las vías respiratorias superiores. Esta enfermedad es altamente contagiosa y se propaga rápidamente entre animales que viven o están alojados conjuntamente, siendo más común en perreras, protectoras y hospitales.

Según los veterinarios Nelson y Couto (2020) puede ser causada por los siguientes virus y bacterias: adenovirus canino tipo 2 (CAV-2), virus de la influenza canina (H3N8), virus de la parainfluenza canina, herpesvirus canino tipo 1, coronavirus respiratorio canino y por *Bordetella bronchiseptica*, *Streptococcus equi* subsp. *zooepidemicus* y *Mycoplasma cynos*. Recientemente se han añadido a esta lista el moquillo canino y el neumovirus canino. Suele ser común la coinfección de estos patógenos aumentando la gravedad.

La *Bordetella bronchiseptica* es una causa importante de la traqueobronquitis en Europa, en cambio, se ha observado que el herpesvirus no es una causa directa sino que actúa como oportunista en la infección y exacerba la enfermedad. Por otro lado, la infección por *S. zooepidemicus* no es común y parece ser un problema particular de las perreras (Day et al., 2020).

La traqueobronquitis infecciosa causa una inflamación leve y autolimitante desapareciendo a las dos semanas, sin embargo, en cachorros puede provocar la muerte y en animales con problemas inmunológicos o envejecidos puede provocar bronquitis crónica.

1.2.1.2. Características clínicas

El estrés y los cambios ambientales respecto a la ventilación, temperatura y humedad aumentan la gravedad y la susceptibilidad de los animales a padecerla (Kuehn, 2018b). Según comentan Nelson & Couto (2020), los animales presentan una tos repentina que puede o no ser productiva y que se acentúa al hacer ejercicio o excitarse. También pueden aparecer náuseas, arcadas y secreción nasal. Por otro lado, Kuehn (2018b) explica que el signo más común son los espasmos de tos seca y fuerte, que pueden ir seguidos de arcadas.

Estos autores coinciden en que para la mayoría de los perros esta enfermedad es autolimitante y no suele provocar síntomas sistémicos pero en perros inmunodeprimidos y sobretudo cachorros pueden desarrollar una neumonía bacteriana secundaria que les provocará fiebre, secreción nasal purulenta y pérdida de peso.

1.2.1.3. Diagnóstico

El diagnóstico suele ser por la tos y los antecedentes del propio animal (si ha estado en contacto con otros perros, si viene de una perrera...). Es importante realizar radiografías de tórax para determinar la gravedad y descartar otras causas de tos. Suelen presentar patrón intersticial que se puede complicar con patrón bronquial o alveolar. También se puede realizar un lavado traqueal y un cultivo bacteriano para identificar el agente y poder administrar el antibiótico más adecuado (Richard W. Nelson & Couto, 2020).

1.2.1.4. Tratamiento

En la mayoría de los casos, los perros afectados no deben ser hospitalizados porque la enfermedad es muy contagiosa y porque generalmente mejora por sí sola. Se recomienda reposo durante una semana, evitando el ejercicio para disminuir la irritación de la garganta. Se pueden recetar antitusígenos siempre que la tos no sea productiva. A veces se prescriben antitusígenos para controlar la tos persistente no productiva.

Si los signos clínicos no se resuelven en dos semanas se deberá hacer más pruebas diagnósticas (Kuehn, 2018b; R. W. Nelson & Couto, 2020).

1.2.1.5. Prevención

Para su prevención es importante una buena nutrición, programas vacunales y antiparasitarios y evitar el estrés. La *Bordetella* persiste 3 meses en las vías aéreas de los perros una vez han sido infectados por lo que es conveniente aislar a estos perros sobre todo si conviven con otros.

Recomendar la vacunación de perros contra patógenos de CRIC proporcionará directamente ventajas epidemiológicas tanto a nivel poblacional como individual (Day et al., 2020). Existen vacunas inyectables e intranasales frente a tres de los patógenos involucrados en CRIC, la parainfluenza (PIV), adenovirus canino-2 (CAV-2) y *Bordetella bronchiseptica*. Es recomendable vacunar a los cachorros a partir de las 6-8 semanas de vida durante 2-4 semanas hasta las 14-16 semanas de vida y finalmente revacunar cada 3 años (Glickman & Appel, 1981; R. W. Nelson & Couto, 2020).

1.2.2. Bronquitis crónica canina

1.2.2.1. Etiología

La bronquitis crónica canina se define como un síndrome que provoca tos durante dos o más meses consecutivos sin presencia de otra enfermedad activa.

Es causado por un proceso inflamatorio infeccioso, alergia o por inhalación de sustancias irritantes o tóxicas.

1.2.2.2. Características clínicas

La bronquitis crónica suele afectar a perros de edad mediana y avanzada, en razas pequeñas como Terriers, Poodles, Cocker Spaniels. Este tipo de razas tiene mayor predisposición a desarrollar colapso traqueal e incremento del atrio izquierdo causando compresión en los bronquios principales. Los perros que padecen esta enfermedad muestran hipersecreción mucosa y tos fuerte y seca que puede ser productiva o no productiva. No aparecen síntomas sistémicos, aunque la enfermedad puede complicarse con infecciones bacterianas, traqueobroncomalacia, hipertensión pulmonar y bronquiectasia.

En el examen físico se auscultan crepitaciones y sibilancias.

1.2.2.3. Diagnóstico

El diagnóstico se define por tener tos continua durante más de dos meses consecutivos y sin presencia de otra enfermedad activa durante el último año. No solo se tiene en cuenta la sintomatología sino que se deben ir descartando los diagnósticos diferenciales (infección bacteriana o por *Mycoplasma*, compresión bronquial, parásitos pulmonares, dirofilariosis, bronquitis alérgica, neoplasia, cuerpo extraño, aspiración crónica, reflujo gastroesofágico). El hecho de tener complicaciones secundarias dificulta el diagnóstico definitivo.

En las radiografías torácicas se observa patrón bronquial con cambios leves asociados a la edad avanzada. Estas radiografías sirven para diferenciar otras patologías activas o secundarias.

Se realizan lavados traqueales o broncoalveolares (BAL) en el momento inicial de la presentación de los síntomas y cuando éstos se exacerban por ejercicio o estrés. Suelen encontrarse neutrófilos o inflamación mixta con gran cantidad de moco. El hallazgo de neutrófilos degenerados indica una posible infección secundaria, por el contrario, la presencia de eosinofilia es causada por alergia o parásitos, incluyendo dirofilariosis. Para la detección de *Mycoplasma* se debe realizar un cultivo o PCR. La broncoscopia está indicada para descartar otras enfermedades, así como la ecocardiografía puede mostrar hipertensión secundaria (R. W. Nelson & Couto, 2020).

1.2.2.4. Tratamiento

El tratamiento es sintomatológico con indicaciones específicas en caso de complicaciones secundarias.

Se deben evitar los factores de riesgo o que exacerban la enfermedad como las alergias, el ejercicio, la obesidad y ambientes con sustancias nocivas o irritantes.

Se utilizan broncodilatadores (ej. salbutamol), glucocorticoides (ej. prednisona) o antitusígenos cuando la tos no es productiva.

1.2.2.5. Pronóstico

La bronquitis crónica canina no se cura completamente. El pronóstico es favorable cuando los propietarios realizan un buen manejo y están dispuestos a ajustar el tratamiento con el tiempo.

1.2.3. Complejo Respiratorio Felino

1.2.3.1. Etiología

El complejo respiratorio felino afecta a las vías respiratorias altas (upper respiratory infections, URI en inglés). El herpesvirus felino (FHV) y calicivirus felino (FCV) causan el 90% de estas infecciones, aunque también se ha detectado *Bordetella bronchiseptica* y *Chlamydomphila felis* como bacterias secundarias empeorando aún más el cuadro clínico. Otros virus como *Mycoplasma* pueden tener un papel primario o secundario (R. W. Nelson & Couto, 2020).

Los gatos se infectan a través del contacto con otros gatos infectados, portadores o fómites. Los gatos jóvenes, estresados o inmunodeprimidos tienen mayor probabilidad de desarrollar signos clínicos. Los gatos que dejan de mostrar sintomatología se convierten en portadores de FHV o FCV, actualmente no se sabe la duración de este estado portador, puede durar de semanas a años (R. W. Nelson & Couto, 2020). Se conoce que el herpesvirus se elimina de forma intermitente mientras que el calicivirus lo hace de forma continua (Kuehn, 2013a).

1.2.3.2. Características clínicas

Esta enfermedad puede resultar aguda, crónica o intermitente, la forma más común es la primera. Los signos clínicos incluyen fiebre, tos, descarga nasal serosa o mucopurulenta, conjuntivitis, lagrimeo, hipersalivación, anorexia y deshidratación. El FHV también causa ulceración corneal, abortos y muerte neonatal, mientras que el FCV provoca ulceración oral, neumonía intersticial y poliartritis (R. W. Nelson & Couto, 2020).

A nivel pulmonar, el FHV puede causar congestión pulmonar, con pequeñas áreas de consolidación, sin embargo, los cambios pulmonares rara vez son notables. El FCV puede llegar a destruir las células epiteliales de los bronquiolos y alvéolos, lo que provoca un edema pulmonar agudo que progresa a través de hiperplasia bronquiolar seropurulenta y neumonía intersticial (Kuehn, 2013a).

Muchos de los animales que se recuperan de la forma aguda tienen sintomatología recurrente, normalmente asociada a estrés o inmunosupresión (R. W. Nelson & Couto, 2020).

1.2.3.3. Diagnóstico

El diagnóstico se basa sobre todo en la sintomatología e historia del animal. Se suelen usar pruebas de PCR para identificar el agente causal cogiendo muestras de secreciones oculares, nasales o faríngeas. Sin embargo, el diagnóstico de FHV es difícil ya que el virus se disemina de forma intermitente y porque las tasas de seroprevalencia y aislamiento del virus son similares en gatos enfermos y clínicamente normales (Kuehn, 2013a).

1.2.3.4. Tratamiento

En la mayoría de gatos esta enfermedad es autolimitante. El tratamiento es sintomático y de apoyo, pero los antibióticos de amplio espectro son útiles contra las infecciones secundarias (R. W. Nelson & Couto, 2020).

Las descargas nasales y oculares deben eliminarse con frecuencia. Se usan gotas nasales salinas que pueden contener un vasoconstrictor.

Para los ojos se recomienda pomada oftálmica que contenga antibióticos (tetraciclinas en las infecciones por *Chlamydomphila felis*) está indicado 5 a 6 veces al día para prevenir la irritación corneal producida por el exudado seco.

1.2.3.5. Prevención

Para la prevención de esta enfermedad es importante que los gatos eviten estar expuestos a este tipo de agentes infecciosos y tengan un sistema inmunológico bien desarrollado, para ello existen diversos tipos de vacunas como las intranasales de virus vivo modificado FVR-FCV. Los gatos > 9 semanas de edad deben vacunarse dos veces, con un intervalo de 3 semanas. Los gatitos deben vacunarse a intervalos de 3 a 4 semanas hasta que tengan ≥ 12 semanas de edad. En gatos adultos, está indicada la revacunación con una dosis única cada 1-3 años. También existen las vacunas FVR-

FCV de virus vivo modificado destinadas a la administración parenteral disponibles en combinación con vacunas de panleucopenia felina (Kuehn, 2013a).

1.2.4. Asma felino y Bronquitis felina idiopática

1.2.4.1. Etiología

A diferencia de los perros, los gatos tienen las vías respiratorias mucho más susceptibles a la broncoconstricción, este hecho favorece a la especie a tener enfermedades respiratorias de diversos orígenes con signos de bronquitis o asma. Los signos de presentación comunes de bronquitis (tos, sibilancias y / o dificultad respiratoria) pueden ocurrir como consecuencia de parásitos pulmonares, dirofilariosis, bronquitis alérgica, bronquitis bacteriana o viral, toxoplasmosis, fibrosis pulmonar idiopática, carcinoma, y neumonía por aspiración. Como consecuencia, se asume que los gatos con signos de bronquitis o asma tienen una enfermedad idiopática ya que en la mayoría no se puede encontrar una causa subyacente. Por esto, al igual que con la bronquitis crónica canina, el diagnóstico de bronquitis felina idiopática solo se puede hacer descartando otra enfermedad activa (R. W. Nelson & Couto, 2020).

1.2.4.2. Características clínicas

El asma felino afecta con mayor frecuencia a los gatos jóvenes y de mediana edad (2-5 años). Se caracteriza por la presentación de tos, respiración rápida, dificultad respiratoria y sibilancias. Estos signos progresan lentamente. Al igual que la bronquitis crónica canina, no existen signos sistémicos. Las sustancias irritantes ambientales como arena nueva (generalmente perfumada), humo, perfumes, etc. pueden agravar los síntomas. Además, si la sintomatología empeora estacionalmente se suele asociar a los alérgenos ambientales (R. W. Nelson & Couto, 2020; North Downs, s. f.).

Durante las crisis asmáticas se puede observar taquipnea, esfuerzos respiratorios durante la espiración y sibilancias espiratorias, y a veces, crepitaciones. En algunos animales la hiperinsuflación de los pulmones puede provocar un aumento de los esfuerzos inspiratorios y una disminución de los sonidos pulmonares.

1.2.4.3. Diagnóstico

El diagnóstico se realiza a partir del historial clínico, examen físico, radiografías torácicas y descarte de los diagnósticos diferenciales.

Los gatos con signos de bronquitis se recomienda la recolección de líquido de lavado traqueal (citología y cultivo) y pruebas de parasitismo pulmonar y enfermedad del gusano del corazón.

Es importante la realización de radiografías torácicas ya que la presencia de un patrón bronquial se ajusta al diagnóstico de bronquitis. Se pueden observar los pulmones hiperinsuflados debido al atrapamiento del aire y, a veces, colapso (atelectasia) del lóbulo pulmonar medio derecho (patrón alveolar) (Figura 8). Sin embargo, las radiografías pueden ser normales en gatos con bronquitis.

Los hallazgos citológicos del lavado traqueal suelen ser representativos de la inflamación de las vías respiratorias y consisten en un mayor número de células inflamatorias y moco. La inflamación puede ser eosinofílica, neutrofílica o mixta. La inflamación eosinofílica sugiere una respuesta de hipersensibilidad a alérgenos o parásitos. Los neutrófilos deben ser examinados en busca de signos de degeneración que sugieran una infección bacteriana. También se suelen realizar cultivos o PCR para la detección de *Mycoplasma spp* (Navalón, Palmero, & Aybar, s. f.; R. W. Nelson & Couto, 2020).

1.2.4.4. Tratamiento

El tratamiento para estabilizar a los gatos durante una crisis aguda consiste en la administración de un broncodilatador (ej. terbutalina subcutánea), glucocorticoides de acción rápida (ej. prednisolona intravenosa o intramuscular) y suplementos de oxígeno. Si se quiere una broncodilatación adicional, se puede administrar albuterol mediante nebulización.

A nivel ambiental, se deben eliminar las sustancias presentes en el domicilio que puedan causar sintomatología alérgica a los gatos, como las arenas perfumadas, el polvo, humo, entre otras. Una respuesta beneficiosa a los cambios ambientales tendrá su efecto al cabo de 1 o 2 semanas.

Los glucocorticoides alivian los signos clínicos en la mayoría de los gatos y pueden proteger las vías respiratorias de los efectos de la inflamación crónica. Se recomiendan los productos de acción corta como la prednisolona, administrando inicialmente una dosis de 0,5 a 1 mg / kg por vía oral cada 12 h y duplicándola si los signos continúan en 1 semana. Una vez estabilizado, se reduce la dosis, por ejemplo, 0,5 mg / kg o menos cada dos días.

Los glucocorticoides, como el propionato de fluticasona administrado mediante inhalación presentan la ventaja de disminuir los efectos secundarios y facilita la administración del fármaco.

Para los gatos que necesitan altas dosis de glucocorticoides, no los toleran bien o tienen efectos secundarios se aconseja el uso de broncodilatadores como la teofilina administrándola 1 vez al día (R. W. Nelson & Couto, 2020).

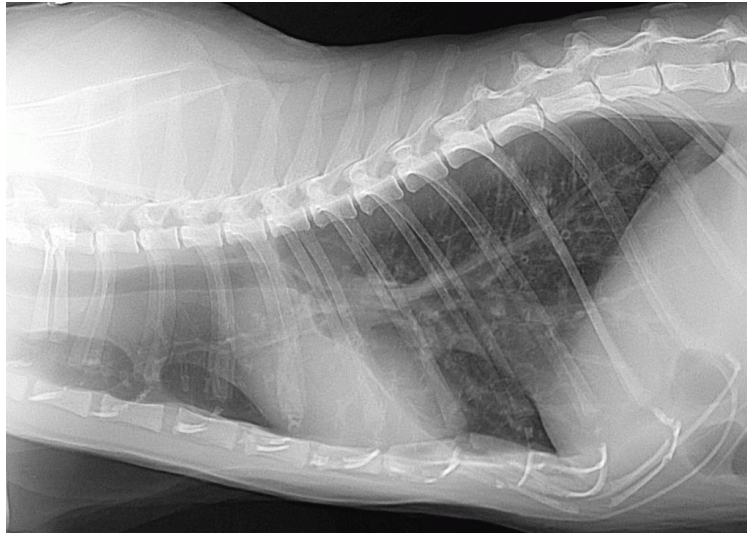


Figura 8. Radiografía torácica de gato con asma felino. Se observa un patrón bronquial con el lóbulo medio derecho colapsado (Centre Veterinari de Cornellà, s. f.).



Figura 9. Administración inhalatoria en gato (Centre Veterinari de Cornellà, s. f.).

1.2.4.5. Pronóstico

El pronóstico suele ser favorable, aunque la curación completa es poco probable y la mayoría de los gatos requieren medicación toda su vida. Los gatos que tienen ataques asmáticos agudos y graves corren el riesgo de muerte súbita.

1.2.5. Neumonía bacteriana o bronconeumonía

1.2.5.1. Etiología

Las bacterias pueden colonizar las vías respiratorias, los alvéolos o el intersticio. El término neumonía significa inflamación del pulmón. La infección que clínicamente parece estar limitada a las vías respiratorias y los tejidos peribronquiales se denomina bronquitis bacteriana. Si las tres regiones están involucradas, la enfermedad se denomina bronconeumonía o neumonía bacteriana.

Las bacterias que más se encuentran en infecciones pulmonares en perros y gatos son la *B. bronchiseptica*, *Streptococcus spp.*, *Staphylococcus spp.*, *Escherichia coli*, *Pasteurella spp.*, *Klebsiella spp.*, *Proteus spp.* y *Pseudomonas spp.* Además, los organismos anaerobios pueden formar parte de infecciones mixtas, particularmente en animales con neumonía por aspiración o con consolidación del lóbulo pulmonar (R. W. Nelson & Couto, 2020). Aunque *Mycoplasma spp.* se considera flora normal en el tracto respiratorio superior, se desconoce su función en el tracto respiratorio inferior habiéndose aislado en perros y gatos con neumonía (Dear, 2020). Sin embargo, se conoce que *Mycoplasma cynos* puede ser patógeno en perros.

Muchos casos de neumonía bacteriana se deben a la entrada de bacterias desde la cavidad oral y la faringe hasta los pulmones, provocando una bronconeumonía que afecta principalmente a los lóbulos pulmonares craneales y ventrales. Las bacterias que entran en el pulmón por vía hematógena suelen causar neumonía afectando a la zona caudal o de manera difusa con una marcada afectación intersticial.

La neumonía bacteriana es una enfermedad pulmonar común, particularmente en perros. Se ha descrito neumonía infecciosa adquirida en cachorros, la mayoría de las veces causada por *B. bronchiseptica*. Las neumonías infecciosas o adquiridas en perros comienzan con colonización viral e infección del tracto respiratorio superior con coronavirus respiratorio canino, adenovirus, herpesvirus, neumovirus, entre otros. Estos virus debilitan el sistema inmunitario provocando coinfecciones con otros patógenos, especialmente bacterias, muchas de estas implicadas con el CIRC.

Existen otras causas de neumonía bacteriana no asociadas al CIRC, tales como la aspiración de material ingerido u otras afecciones asociadas con la neumonía por aspiración; inhalación o migración de cuerpos extraños; inmunosupresión resultante de fármacos, desnutrición, estrés o endocrinopatías; nosocomial debido a la ventilación mecánica; o en raras ocasiones, neoplasias o infecciones fúngicas o parasitarias (Dear, 2020; R. W. Nelson & Couto, 2020). La inmunosupresión por infección con el virus de la leucemia felina o el virus de la inmunodeficiencia también es una consideración en los gatos.

1.2.5.2. Características clínicas

Los signos clínicos de la neumonía bacteriana varían según su causa, gravedad y cronicidad. Al comienzo de la enfermedad, los signos leves como una tos suave intermitente pueden ser la única evidencia de la enfermedad. Los perros y gatos con neumonía bacteriana muestran signos respiratorios, signos sistémicos o ambos. Los signos respiratorios pueden incluir tos (muchas veces productiva), secreción nasal mucopurulenta bilateral, intolerancia al ejercicio y dificultad respiratoria. Los signos sistémicos pueden incluir letargo, anorexia, fiebre y pérdida de peso. Los

gatos, en particular los gatitos, que se encuentran en situaciones de alojamiento estresantes (ej. hacinamiento) parecen estar predispuestos a desarrollar neumonía como resultado de la infección por *Bordetella*. Los gatos con neumonía pueden mostrar signos clínicos similares a los de los perros, aunque los dueños pueden malinterpretar la tos como una arcada o un vómito.

1.2.5.3. Diagnóstico

La neumonía bacteriana se diagnostica con un hemograma completo (CBC), los hallazgos radiográficos torácicos y los resultados del análisis citológico del líquido de lavado traqueal y el cultivo bacteriano. Un hemograma que muestra leucocitosis neutrofílica con un desplazamiento a la izquierda, neutropenia con un desplazamiento degenerativo a la izquierda o toxicidad por neutrófilos es compatible con la neumonía bacteriana. Sin embargo, es muy probable que se encuentre un leucograma normal o de estrés (R. W. Nelson & Couto, 2020).

Los patrones anormales en las radiografías torácicas varían con la enfermedad subyacente. La evidencia radiográfica de neumonía bacteriana suele aparecer como un patrón alveolar focal, multifocal o difuso, aunque en las primeras etapas de la enfermedad el patrón puede ser intersticial. Los lóbulos ventrales del pulmón son los más comúnmente afectados en la neumonía por aspiración (Figura 10) con afectación caudodorsal en el caso de inhalación de cuerpos extraños o diseminación bacteriana hematógena. Se puede observar un signo lobular en casos de neumonía por aspiración en los que el lóbulo medio del pulmón derecho está afectado (Dear, 2020). En la neumonía bacteriana también hay un aumento de las marcas bronquiales e intersticiales. Un patrón intersticial solo puede estar presente en animales con enfermedad temprana o leve o en aquellos con infección de origen hematógeno. Un patrón bronquial solo puede estar presente en animales con una infección principalmente bronquial. Las radiografías también se evalúan para detectar la presencia de megaesófago y otras enfermedades extrapulmonares.

Idealmente, las muestras pulmonares se evalúan citológica y microbiológicamente (cultivos o PCR bacteriana) para establecer un diagnóstico definitivo y proporcionar orientación en la selección

de antibióticos (R. W. Nelson & Couto, 2020).

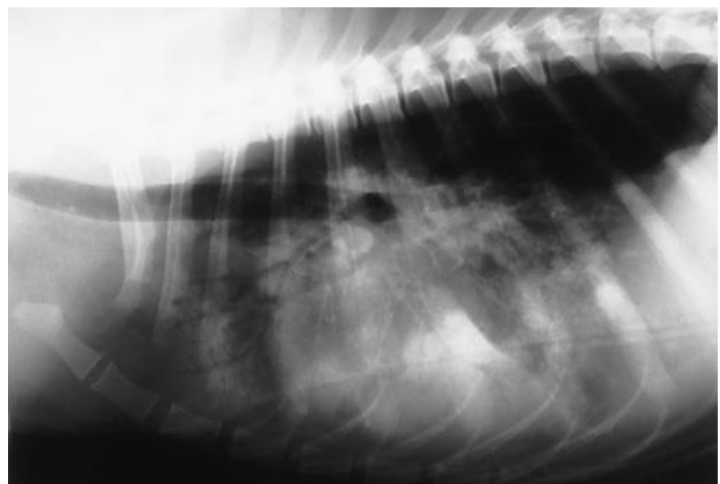


Figura 10. Vista lateral del tórax de un perro con neumonía por aspiración. Se observa un patrón alveolar con broncogramas aéreos. En esta radiografía, el patrón es más severo en las regiones ventrales del pulmón (R.W. Nelson & Couto, 2020).

1.2.5.4. Tratamiento

El tratamiento de la neumonía bacteriana consiste en antibióticos y cuidados adecuados del paciente. Los antibióticos se seleccionan en base a los resultados obtenidos de las pruebas de cultivo. Los perros y gatos con neumonía leve que se sospeche, en base a su historial clínico, de infección por *B. bronchiseptica* o *Mycoplasma spp* pueden tratarse con doxiciclina (5 mg / kg cada 12 h PO o 10 mg / kg cada 24 h). Sin embargo, se indica una cobertura más amplia si existen signos sistémicos de enfermedad como fiebre, deshidratación, letargo o compromiso respiratorio.

Es muy importante la hidratación de las vías respiratorias de los animales con neumonía. Los animales con cualquier evidencia de deshidratación deben recibir fluidoterapia. Los diuréticos pueden causar deshidratación y su uso está relativamente contraindicado. La solución salina estéril se usa como solución nebulizante porque tiene propiedades mucolíticas y es relativamente no irritante. Se ha sugerido la premedicación con broncodilatadores como una forma de reducir los broncoespasmos, aunque el uso de solución salina sola en perros no suele causar problemas. Se recomienda que la nebulización se realice de dos a seis veces al día durante 10 a 30 minutos cada vez. La nebulización debe ir seguida inmediatamente de fisioterapia para promover la expectoración del exudado que puede haber aumentado de volumen con la rehidratación (R. W. Nelson & Couto, 2020).

En los casos en los que se sospeche neumonía por aspiración, se deben utilizar estrategias para reducir la posibilidad de reaspiración mediante el tratamiento adecuado de la afección subyacente. Con los trastornos de la motilidad esofágica, la alimentación vertical de alimentos blandos o albóndigas puede mejorar el tránsito esofágico. Además, las dietas bajas en grasas pueden incrementar el vaciamiento gástrico. En pacientes con vómitos refractarios, se pueden utilizar agentes antieméticos y procinéticos para reducir los episodios de vómitos. Fármacos como maropitant (Cerenia; 1 mg / kg por vía intravenosa o subcutánea una vez al día) u ondansetrón (Zofran; 0,3-1 mg / kg por vía intravenosa o subcutánea una o dos veces al día) actúan de forma periférica o central para disminuir la necesidad de vomitar y son seguros para uso en perros y gatos. El oxígeno suplementario es necesario para los animales con hipoxemia marcada ($PaO_2 < 80$ mm Hg o $SpO_2 < 94\%$ en el aire ambiente) junto con esfuerzo respiratorio. Se debe suplementar oxígeno del 40% al 60% hasta que la dificultad respiratoria disminuya (Dear, 2020).

La evidencia de infección en las radiografías iniciales puede ocultar procesos focales de enfermedad como neoplasias o cuerpos extraños, y las opacidades focales pueden no ser evidentes mientras un animal está recibiendo antibióticos. Por lo tanto, las radiografías deben reevaluarse aproximadamente 1 semana después de la interrupción del tratamiento con antibióticos en animales

con infección recurrente o sospecha de enfermedad localizada. La persistencia de la enfermedad localizada después de la terapia con antibióticos a largo plazo sugeriría el uso de TC y broncoscopia, toracoscopia o toracotomía (R. W. Nelson & Couto, 2020).

1.2.5.5. Pronóstico

El pronóstico para los animales con neumonía bacteriana varía según la gravedad de la enfermedad, la inmunocompetencia del animal y la virulencia del agente infeccioso. En general, entre el 77% y el 94% de los pacientes diagnosticados con neumonía son dados de alta (Dear, 2020). La formación de abscesos pulmonares es una complicación poco común de la neumonía bacteriana. Los abscesos se ven como lesiones focales en las radiografías y pueden estar afectados lóbulos enteros. Las radiografías de haz horizontal pueden ser útiles para determinar si las lesiones están llenas de líquido. La ecografía también puede ser útil para caracterizar áreas de consolidación. Los abscesos se resuelven en respuesta a la terapia médica prolongada en algunos animales, pero si no se observa mejoría o si reaparece evidencia radiográfica de la enfermedad después de suspender la terapia, está indicada la lobectomía (R. W. Nelson & Couto, 2020).

1.3. Técnicas de diagnóstico por imagen

Actualmente existe gran variedad de técnicas de diagnóstico por imagen. El avance tecnológico hace que cada vez haya más equipos sofisticados en el mercado de precio variable, lo que permite que clínicas y centros veterinarios puedan disponer de equipos asequibles, mejorando de este modo la rapidez y precisión de los diagnósticos.

La radiología es una de las herramientas de diagnóstico más utilizadas en la práctica veterinaria, aunque otras modalidades de imagen como la ecografía, la tomografía computarizada y la resonancia magnética también son muy importantes. Las imágenes adquiridas por este tipo de maquinaria proporcionan una gran cantidad de información por medios no invasivos, no alteran la enfermedad ni causa una incomodidad inaceptable al animal. Aunque las técnicas de imagen son indoloras, en determinadas ocasiones suele ser interesante el uso de la sedación para reducir el estrés asociado al procedimiento, para promover la adquisición de buenos estudios de diagnóstico con repeticiones mínimas y para controlar el dolor asociado con la manipulación en animales con trastornos dolorosos como por ejemplo fracturas y artritis (Lattimer, 2019).

1.3.1. Radiología

La radiología es una herramienta de gran utilidad en medicina veterinaria ya que aporta una primera aproximación diagnóstica así como el diagnóstico definitivo en algunos casos.

Los rayos X son radiaciones electromagnéticas con longitud de onda entre 10 y 0,1 nanómetros. Estos rayos producen la ionización de los átomos de la materia que ha sido expuesta a ellos, produciendo una imagen en una placa radiográfica.

La máquina de rayos X está formada por un tubo que contiene una carga positiva (ánodo), y un filamento cargado negativamente (cátodo) dentro de una cámara de vacío. El tubo está conectado a un subministro de energía de alto voltaje el cual calienta el filamento y debido a la diferencia de potencial entre el ánodo y el cátodo se produce una descarga de electrones a alta velocidad que al chocar con el cátodo se transforman en rayos X los cuales serán proyectados hacia el objeto deseado pasando a través de un filtro que evita el paso de los rayos X de menor energía ya serán todos absorbidos por el objeto y no pasaran a la placa radiográfica (Thrall, 2018).

El número de electrones presentes en un rayo X está determinado por el miliamperaje (mA), mientras que la diferencia de voltaje entre el ánodo y el cátodo es determinado por el kilovoltaje (kV), así, cuanto mayor sea este último, más rayos X de alta energía incidirán en el objeto (Thrall, 2018). De esta manera, se define el miliamperaje como la cantidad de rayos X que inciden en el objeto y el kilovoltaje la potencia en que son eyectados estos rayos X.

La capacidad de penetración de los rayos en la materia será mayor, a mayor kilovoltaje (kV), cuanto más baja sea la densidad de la materia y tenga menor número anatómico. Cuando un haz de rayos incide sobre la materia, parte de la radiación será absorbida, otra dispersada y otra que no se modifica y la atravesará, dando está ultima, la imagen resultante.

Para un adecuado contraste se debe ajustar el kV y mA a la estructura que se quiere analizar. Cuando se mantiene un miliamperaje constante, si el kilovoltaje es demasiado bajo, pocos rayos atraviesan al paciente y la radiografía estará subexpuesta (demasiada blanca) (Figura 11), por el contrario, si el kilovoltaje es demasiado alto, muchos rayos atraviesan al paciente y la radiografía saldrá sobreexpuesta (demasiado negra) (Figura 12) (Thrall, 2018).



Figura 11. Radiografía torácica ventrodorsal de perro subexpuesta (imagen propia).



Figura 12. Radiografía lateral de tarso equino sobreexpuesta (Thrall, 2018).

Es importante tener en cuenta que, a mayor kilovoltaje (kV), mayor penetración del rayo y mejor contraste, y a mayor miliamperaje (mA), mayor calidad de imagen. En tórax se recomienda un elevado kV (80-120kV), bajo mAs (1-5mAs) y un tiempo de exposición corto (1/20-1/120 segundos).

En radiología se usan los términos de radiodensidades (radiolúcido o radioopaco) para definir las estructuras observadas. Se denominan estructuras radiolúcidas aquellas que los rayos X atraviesan fácilmente, mientras que las que absorben gran cantidad de rayos X y dejan pasar poca radiación a placa radiográfica se denominan radiopacas.

Actualmente se reconocen 5 opacidades radiográficas: metal, hueso o mineral, fluidos o tejidos blandos, gas (aire) y grasa (Figura 13).

Las sustancias metálicas son muy densas e inhiben el paso de prácticamente toda la radiación incidente. Las partes del cuerpo que contienen este material aparecen totalmente blancas (radiopacas) en una radiografía.

El hueso no es tan denso como una sustancia metálica. Eso permite que pase poca radiación en comparación con otros tejidos corporales. Los huesos se observan casi blancos (radiopacos) en una radiografía.

El líquido inhibe el paso de más radiación incidente que el gas, pero no tanto como lo hace el hueso. Las opacidades líquidas aparecen grises en una radiografía. Como la mayor parte de tejidos blandos contienen líquido, la opacidad de los tejidos blandos y la opacidad del líquido son prácticamente

iguales. En consecuencia, no es posible distinguir radiográficamente entre sangre, agua, trasudados y exudados.

La opacidad de la grasa se encuentra entre las opacidades de líquido y gas. La grasa puede ayudar a delinear estructuras por ejemplo, la grasa perirrenal puede delinear los riñones proporcionando una opacidad contrastante a los tejidos renales.

Los gases, incluido el aire, permiten que los rayos X pasen libremente a través de ellos. Las partes del cuerpo que contienen gas, como los pulmones, se observan oscuras (radiolúcidas) en una radiografía (Kealy, McAllister, & Graham, 2011).

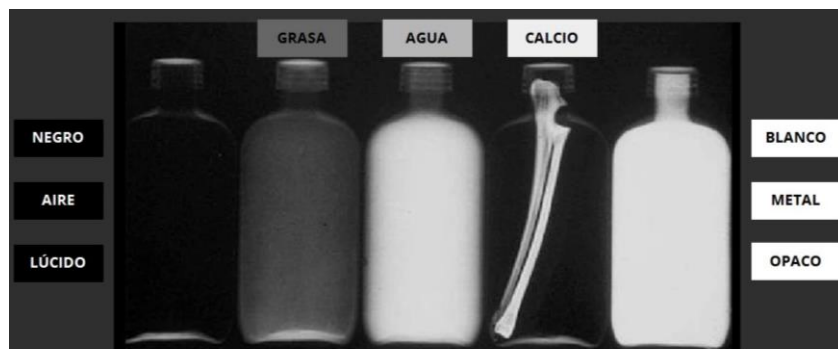


Figura 13. Las 5 opacidades radiográficas. De derecha a izquierda se observan las opacidades de metal, hueso/calcio, fluido (agua)/tejido blando, grasa y gas (aire).

Tabla 1. Ventajas e inconvenientes del uso de la radiología (Schwarz & Johnson, 2011)

VENTAJAS	INCONVENIENTES
Alta disponibilidad y familiaridad de la técnica	Radiaciones nocivas para el paciente y veterinario
Técnica rápida y rentable, con resultados al instante	Si el paciente no colabora se requiere de sedación o anestesia
Muy buena técnica para iniciar el proceso de diagnóstico	Existe la superposición de estructuras que pueden dificultar el diagnóstico
Valoraciones generales de tórax, abdomen y estructuras óseas	Imposibilidad de diferenciación de tejido blando y líquido mediante radiología simple

Útil en situaciones de emergencia y para el seguimiento de casos (fracturas, implantes quirúrgicos...)	
Se pueden usar medios de contraste para médula espinal, articulaciones, sistema digestivo y urinario	

1.3.1.2. Radiología torácica

Las radiografías de tórax tienen un papel importante en la evaluación del diagnóstico de patologías caninas y felinas con signos clínicos de patología respiratoria. Están indicadas en pacientes sin sintomatología específica ocultando una enfermedad pulmonar. Son útiles para aproximar el diagnóstico diferencial, determinar el grado de afectación, seguir la progresión de la enfermedad y la respuesta al tratamiento (R. W. Nelson & Couto, 2020).

Las radiografías torácicas generalmente, permiten determinar la presencia de enfermedad, la localización de ésta, tipo de lesión. Además, permite establecer un listado de diagnósticos diferenciales, sugerir procedimientos adicionales y evaluar el curso de una lesión o patología (Schwarz & Johnson, 2011).

Para poder interpretar bien las radiografías se debe recordar la estructura anatómica pulmonar del perro y el gato. El pulmón izquierdo está formado por dos lóbulos, uno craneal (dividido en dos segmentos (craneal y caudal)) y otro caudal y el pulmón derecho está formado por cuatro lóbulos, el craneal, medio, caudal y accesorio. Al tratarse de una imagen bidimensional, la ubicación de los lóbulos pulmonares es aproximada (Figuras 14 y 15) debido a la superposición de los lóbulos en el espacio tridimensional.

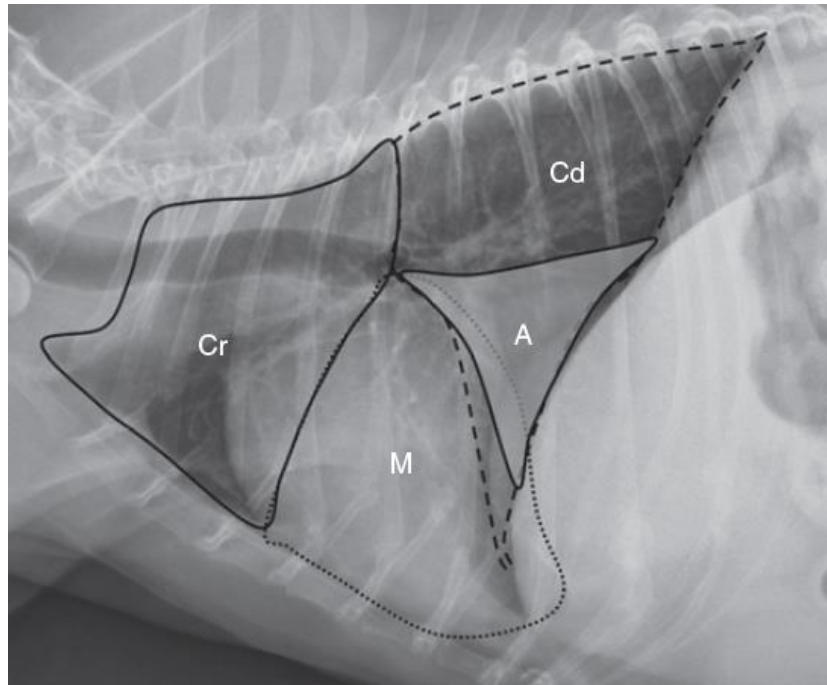


Figura 14. Radiografía de tórax canino lateral izquierda donde se indica la ubicación aproximada de los lóbulos pulmonares. A, lóbulo accesorio; Cd, lóbulos caudales derecho e izquierdo; Cr, lóbulo craneal derecho y segmento craneal del lóbulo craneal izquierdo; M, lóbulo medio derecho y segmento caudal del lóbulo craneal izquierdo (Thrall, 2018).

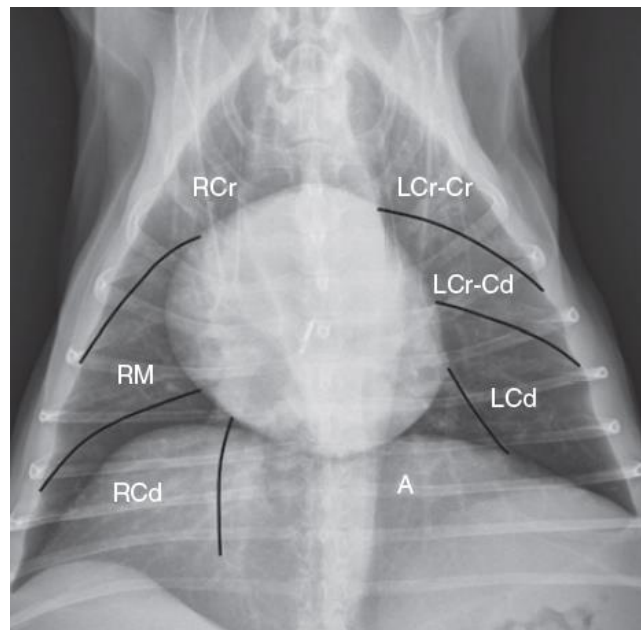


Figura 15. Radiografía de tórax canina ventrodorsal (VD) donde se indica la ubicación aproximada de los lóbulos pulmonares. A, lóbulo accesorio; LCd, lóbulo caudal izquierdo; LCr-Cd, segmento caudal del lóbulo craneal izquierdo; LCr-Cr, segmento craneal del lóbulo craneal izquierdo; RCd, lóbulo caudal derecho; RCr, lóbulo craneal derecho; RM, lóbulo medio derecho (Thrall, 2018).

En radiología se denomina proyección ventrodorsal (VD) (Figura 16) cuando el paciente está en decúbito dorsal y los rayos X entran por la cara ventral del paciente y salen por la cara dorsal, siendo al revés en la proyección dorsoventral (DV). Cuando se habla de proyecciones laterales, se refiere al lado en que el animal está tocando a la mesa, así, una proyección lateral derecha significa que el animal está tumbado sobre su lado derecho y los rayos entran por el lado izquierdo del animal, siendo al revés en la proyección lateral izquierda (Figura 17) (Schwarz & Johnson, 2011).



Figura 16. Posicionamiento de un perro para la realización de una radiografía en proyección ventrodorsal (Schwarz & Johnson, 2011).



Figura 17. Posicionamiento de un perro para la realización de una radiografía en proyección lateral izquierda (Schwarz & Johnson, 2011).

Es importante obtener un mínimo de dos proyecciones del tórax para detectar posibles lesiones en cualquier lóbulo pulmonar. Las proyecciones más usadas suelen ser la lateral derecha y la ventrodorsal (VD). Se recomienda la proyección lateral derecha y DV para afecciones cardíacas, la lateral derecha y VD para patología pulmonar (especialmente para evaluar el lóbulo accesorio) y las

proyecciones lateral izquierda, lateral derecha y VD para metástasis pulmonares (Schwarz & Johnson, 2011; Thrall, 2018).

Las proyecciones dorsoventrales (DV) se toman para evaluar las arterias pulmonares dorsales en animales con sospecha de dirofilariosis, tromboembolismo pulmonar e hipertensión. Se prefiere una proyección DV en vez de una VD en animales que tienen distrés respiratorio (R. W. Nelson & Couto, 2020).

Para diferenciar si una radiografía está hecha en proyección lateral derecha o izquierda se usan marcados metálicos (Figura 18), normalmente se usa la R (*right*, en inglés) para proyecciones laterales derechas y L (*left*, en inglés) para proyecciones laterales izquierdas. En el caso de que no se hayan usado marcadores, en los perros se deben observar los pilares del diafragma y la inclinación de la vena cava caudal (VCC). En gatos la diferencia es mínima y no se puede hacer distinción.

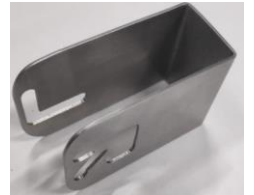


Figura 18. Marcador metálico radiográfico R (*right*, derecha) y L (*left*, izquierda).

En una proyección lateral derecha los dos pilares diafragmáticos están paralelos, la VCC se insertará en el pilar diafragmático derecho, el cual estará craneal al pilar diafragmático izquierdo, en cambio, en una proyección lateral izquierda, los pilares diafragmáticos tienen forma de Y, el pilar más craneal será el izquierdo y la VCC se superpondrá sobre éste (Figura 19).

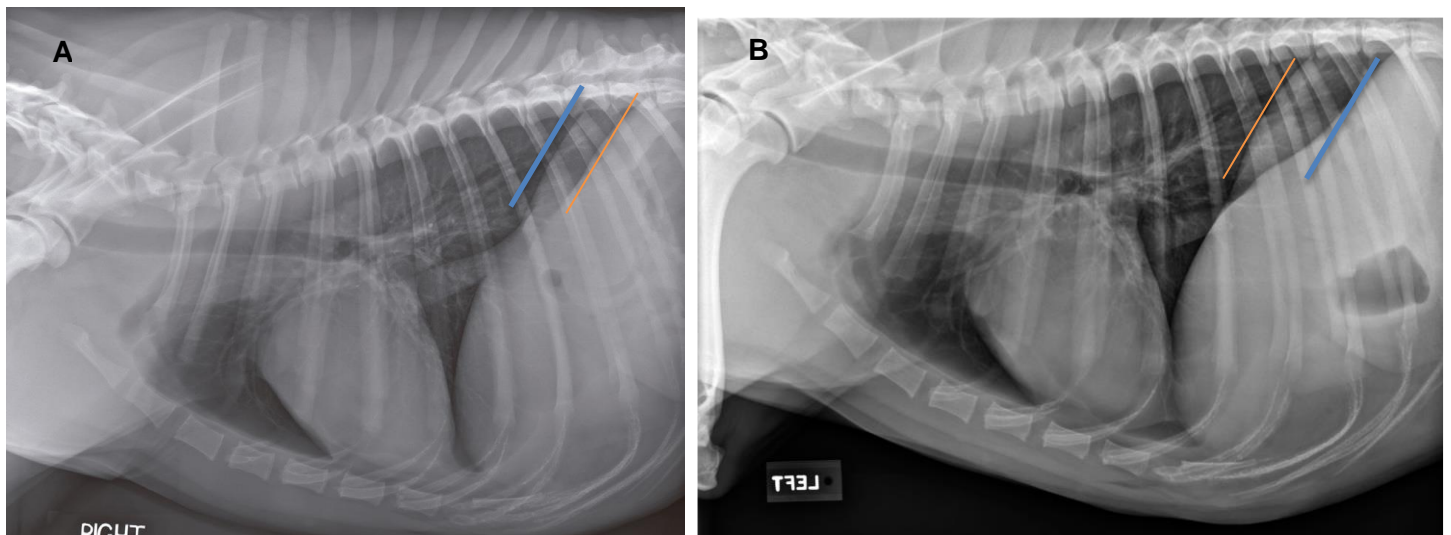


Figura 19. A) Se trata de una proyección lateral derecha se observa la inserción de la VCC en el pilar diafragmático derecho; B) se trata de una proyección lateral izquierda, se observa el pilar izquierdo más craneal que el derecho. (en azul pilar diafragmático derecho, en naranja pilar diafragmático izquierdo) (Schwarz & Johnson, 2011).

Para diferenciar si se trata de una proyección DV o VD se debe observar la cúpula diafragmática (Figura 20). En una proyección DV existe una sola línea convexa representando el diafragma, mientras que en la VD se observan tres líneas convexas, la cúpula y los dos pilares. Además, en la VD se observa mejor la VCC que en la proyección DV.

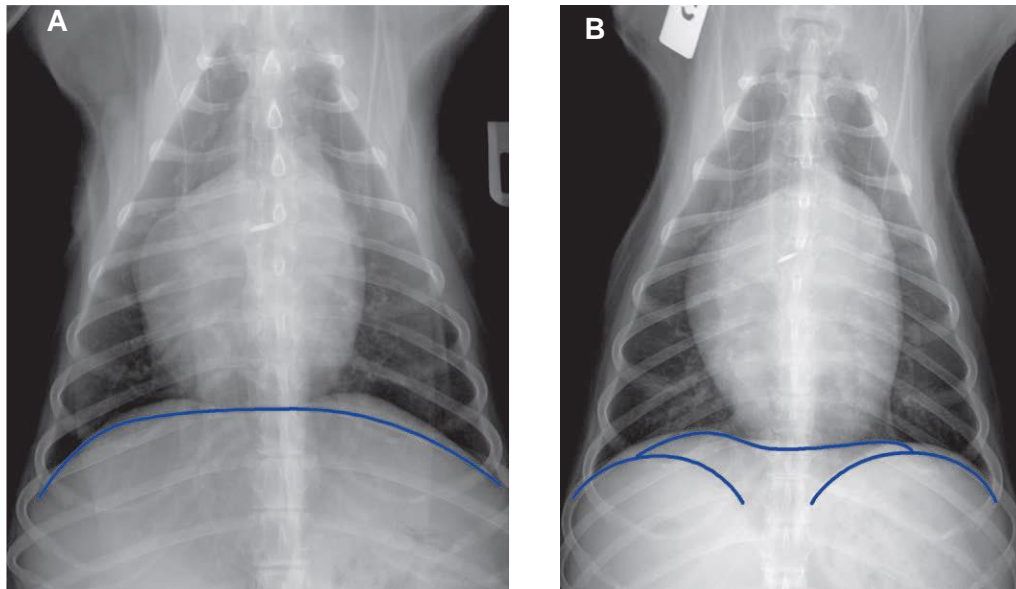


Figura 20. A) proyección DV, con una línea convexa; B) proyección VD con tres líneas convexas (Schwarz & Johnson, 2011).

Para poder evaluar el parénquima pulmonar se aconseja la obtención de radiografías en inspiración, ya que al entrar mayor volumen de aire, se obtiene mayor contraste pudiendo detectar pequeñas lesiones. En una radiografía espiratoria la opacidad general del pulmón está aumentada lo que puede llevar a una interpretación radiográfica incorrecta, imitando o agravando patrones intersticiales erróneamente. Sin embargo, las tomas en inspiración y espiración sirvan para poder evaluar cambios dinámicos en el pulmón y tráquea. Además, las proyecciones al final de espiración son útiles en determinadas situaciones como por ejemplo el diagnóstico de pequeñas cantidades de líquido pleural o gas o para identificar fibrosis pulmonar comparando la expansión pulmonar en inspiración i espiración (Schwarz & Johnson, 2011).

Para poder valorar la fase inspiratoria (Figura 21) en una proyección lateral, se debe ver el pulmón más radiolúcido, los lóbulos caudales se extienden hasta T12-13 en perro y hasta L1-L2 en gato, el triángulo formado por la vena cava caudal (VCC), el borde caudal del corazón y el diafragma es mayor, existe separación entre el corazón y el diafragma. (Agut Giménez, 2014; R. W. Nelson & Couto, 2020).

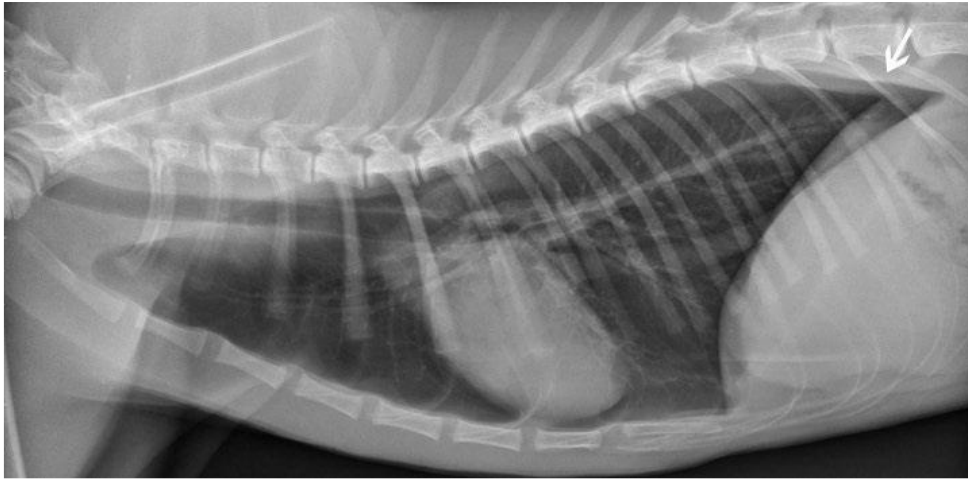


Figura 21. Radiografía de tórax lateral de un gato sano obtenida en inspiración. Los pulmones se expanden separando las siluetas cardíaca y diafragmática y los lóbulos caudales se expanden hasta la vértebra L1-L2. La flecha indica el músculo longus coli que se interpone entre las vértebras y el pulmón (Larson, 2020).

En inspiración completa, el lóbulo medio derecho puede extenderse por debajo del corazón, entre este y el esternón, particularmente en decúbito lateral izquierdo, esto no debe confundirse con neumotórax (Kealy et al., 2011).

Al tratarse de animales dónde se deben posicionar en decúbito, se debe tener en cuenta que el lóbulo pulmonar más alejado de la mesa está más aireado por lo que las lesiones se verán mejor en ese pulmón. También se debe apreciar que el lóbulo accesorio se ve mejor en una proyección VD ya que así existe menor superposición con el diafragma (Agut Giménez, 2014).

La edad, raza y condición corporal también son factores a tener en cuenta. En los cachorros los pulmones se ven más radiopacos y se observa el timo. Los perros de edad avanzada tienen patrones intersticiales marcados y en perros y gatos de edad avanzada los patrones bronquiales son más evidentes sin tener que ir asociado a ninguna patología.

En perros viejos, sobre todo de la raza Collie, suelen aparecer osteomas pulmonares, observando pequeños nódulos de 1-4mm con opacidad mineral en la zona ventral de los pulmones (Figura 22). En las razas condrodistróficas es frecuente encontrar mineralización temprana de los cartílagos bronquiales (Agut Giménez, 2014; Schwarz & Johnson, 2011).

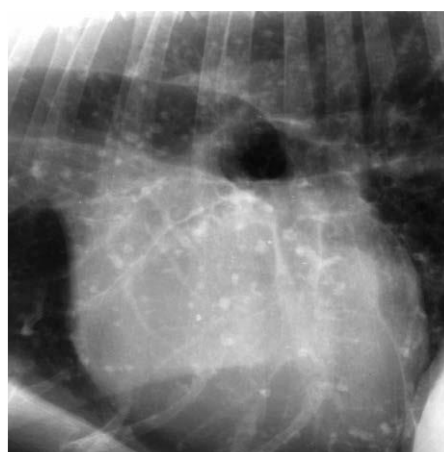


Figura 22. Primer plano de una radiografía torácica lateral de Springer Spaniel Inglés de 9 años con osteomas pulmonares (Schwarz & Johnson, 2011).

En animales obesos aumenta la opacidad de los pulmones (Figura 23) debido a la superposición de tejido graso, mayor dispersión de los rayos X y menor capacidad inspiratoria, obteniendo una peor visión broncoalveolar. Contrariamente a esto, los animales delgados o con tórax profundo los pulmones se ven más radiolúcidos (Agut Giménez, 2014).

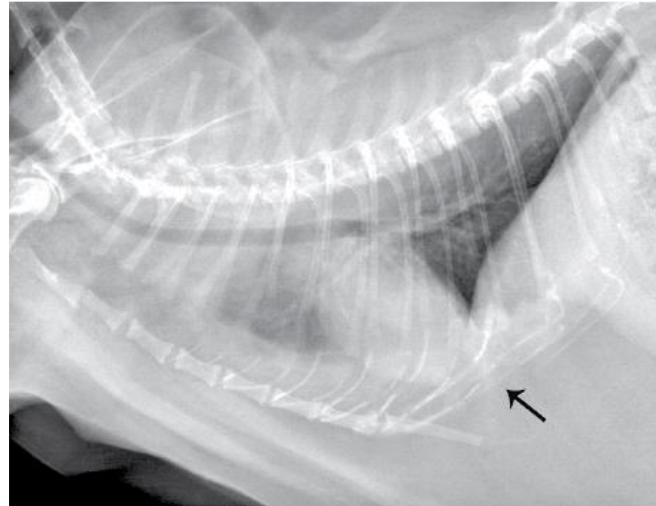


Figura 23. Proyección lateral normal de gato obeso. Se observa un aumento de la opacidad pulmonar y una gran cantidad de grasa mediastínica (flecha) ventral a la silueta cardíaca (Larson, 2020).

1.3.2. Tomografía Computarizada (TC)

La tomografía computarizada (TC) es una técnica de diagnóstico por imagen no invasiva que utiliza rayos X y se basa en la realización de miles de proyecciones en ángulos precisos, mientras un ordenador reconstruye geométricamente estos datos asignando valores específicos de transmisión de rayos X a regiones individuales del cuerpo. En estos equipos se ha sustituido la placa radiográfica empleada en radiología por detectores. El haz de rayos X incide en los detectores mientras el equipo realiza un movimiento circular. La información que reciben los detectores es enviada y analizada en un programa de ordenador generando miles de cortes de un mismo tejido obteniendo una imagen en tres dimensiones (3D) (Thrall, 2018). Sin embargo, para este tipo de estudios es indispensable que el animal esté anestesiado ya que cualquier movimiento provoca artefactos en las imágenes.

El ordenador permite ajustar la escala de grises para resaltar estructuras como huesos o tejidos blandos. Para ajustar la escala de grises, se usan los términos de ancho de ventana (W) y nivel de ventana (L), controlando de esta manera el contraste y el brillo de la imagen. Para la evaluación de los pulmones se debe ajustar a W1600 y L(-600 a -800) (Thrall, 2018).

En las imágenes de TC, los tejidos y las estructuras se describen en términos de atenuación. La atenuación es equivalente a la radiopacidad en radiología. Si el tejido se atenúa menos que el órgano de referencia, se describe como hipoatenuante, observándose como un tono gris más oscuro, por el contrario, si se atenúa más se describe como hiperatenuante, observándose como un tono gris más claro (Kealy et al., 2011).

La TC es una técnica muy útil para la evaluación de patologías pulmonares. Los cortes transversales permiten obtener imágenes de alta resolución de todo el campo pulmonar con la ventaja de evitar la superposición de estructuras (Agut Giménez, 2014). Resultan fácilmente detectables las patologías bronquiales como el colapso bronquial, las masas adyacentes y la fibrosis pulmonar idiopática crónica. Además, la TC es mucho más sensible que las radiografías para detectar metástasis pulmonares (las radiografías no detectan el 90% de los nódulos), así como la afectación de los ganglios linfáticos regionales. Las masas hiliares visibles radiográficamente pueden originarse en los pulmones, las estructuras mediastínicas o la base del corazón y la TC generalmente puede distinguirlas, particularmente con el uso de estudios de contraste. La torsión del lóbulo pulmonar, que a menudo se acompaña de derrame pleural, se puede definir mejor mediante TC (Kirberger, 2015).

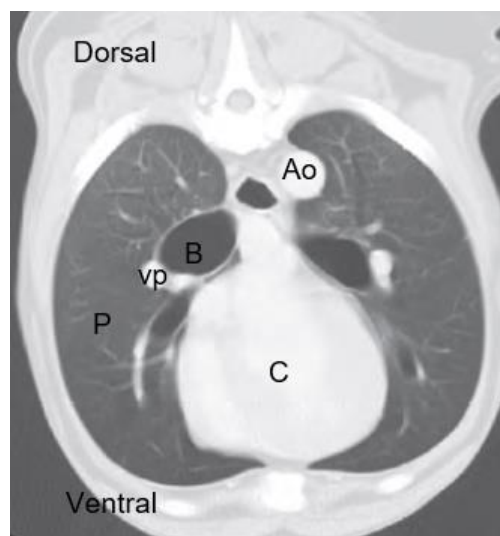


Figura 24. Plano transversal de la cavidad torácica mediante TC ajustado a W1600 y L-600 (Thrall, 2018) Ao) aorta; B) bronquio; C) corazón, P) pulmón, vp) vena pulmonar.

1.3.3. Ecografía

A día de hoy, el ecógrafo es una herramienta indispensable en el sector veterinario. Permite realizar diagnósticos de forma rápida y sin provocar ningún efecto dañino en el animal, evaluando los tejidos blandos del paciente.

El ecógrafo emite un pulso de ondas sonoras de alta frecuencia inaudibles para el oído humano hacia el cuerpo. Éste pulso atraviesa los tejidos hasta llegar a una superficie reflectante desde la que se refleja hacia el transmisor, que también actúa como receptor. Solo los reflejos que regresan al transductor se utilizan para la formación de imágenes (Kealy et al., 2011).

En las imágenes de ultrasonido, los transductores convierten la corriente eléctrica en ondas sonoras y viceversa gracias a un cristal piezoeléctrico. Existen diferentes transductores: lineales, convexos, sectoriales o intracavitarios (Thrall, 2018).

La profundidad de penetración de las ondas sonoras en el cuerpo es inversamente proporcional a la frecuencia de la onda. Así, una alta frecuencia de onda (7.5-10MHz) permite observar más nítidamente las estructuras más cercanas al transductor y una baja frecuencia de onda (2-3.5MHz) permite observar estructuras más alejadas del transductor (Kealy et al., 2011).

La exploración ecográfica proporciona imágenes en movimiento a tiempo real y al no ser invasivo, en la mayoría de casos no hace falta sedar al animal. Presenta la ventaja de poder combinarse con otras pruebas diagnósticas, como el uso de contraste o punciones ecoguiadas, para una mayor precisión en la determinación de las alteraciones presentes en el animal.

En esta técnica se habla de ecogenicidad, siendo una estructura más hiperecogénica que otra cuando ésta tiene un color más brillante que el órgano con el que se compara, usándose el término de hipoecogénico para referirse a un color más oscuro. La ecografía pulmonar es útil como técnica diagnóstica complementaria a la radiografía cuando se observan lesiones pulmonares. Permite obtener muestras mediante punción ecoguiada o biopsia tru-cut. Los transductores sectoriales con una frecuencia de 5-10MHz son muy útiles ya que favorecen su colocación en el espacio intercostal. En este espacio se visualizan las costillas como estructuras hiperecogénicas, inmediatamente después se visualiza una banda hiperecogénica que se desplaza con la respiración correspondiendo a la pleura parietal, visceral y la interfase del pulmón aireado (Figura 25) (Agut Giménez, 2014).

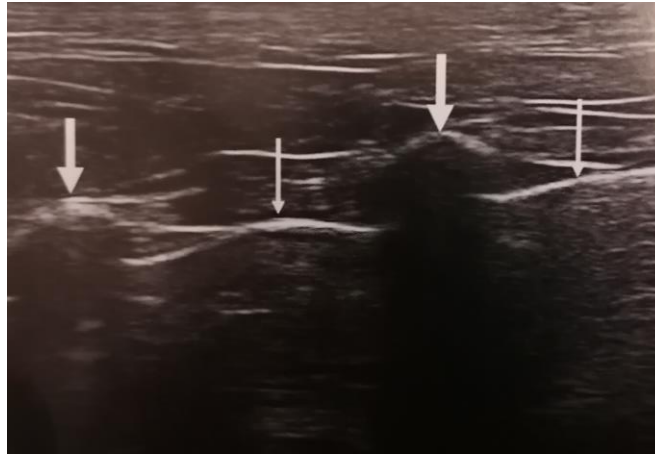


Figura 25. Ecografía de tórax de perro, se accedió por el espacio intercostal. Se observan las costillas (flechas gruesas) con marcada sombra acústica y entre ellas la pleura como una línea hiperecogénica (flechas delgadas) (Agut Giménez, 2014).

1.3.4. Resonancia magnética (RM)

La resonancia magnética se ha convertido en una importante herramienta de diagnóstico debido a su alta resolución y alto contraste que permite caracterizar los tejidos blandos de forma más sensible que la TC. La resolución de alto contraste gira fundamentalmente en torno a las propiedades electromagnéticas de núcleos de hidrógeno (protones), que son abundantes en los tejidos. La transferencia de energía hacia y desde estos protones puede ser localizada espacialmente y es la fuente de formación de imágenes (Thrall, 2018). El resultado son imágenes bidimensionales representando secciones o cortes de una zona anatómica en concreto. Existen cuatro planos según la sección realizada: sagital, dorsal, transversal y oblicuo.

Presenta la ventaja de ser inocua y es la principal herramienta para detectar problemas neurológicos de origen central y algunos periféricos. Además permite investigar problemas medulares sin inyección de contraste subaracnoideo (Kealy et al., 2011). Raramente se utiliza para evaluar el campo pulmonar debido a la poca señal que se obtiene y a los artefactos asociados (Agut Giménez, 2014).

Presenta el desafío de obtener imágenes de alta calidad en animales anestesiados con el mínimo de tiempo posible, ya que la toma de imágenes es mucho más duradera que en TC.

1.4. Patrones pulmonares

Para el presente estudio es necesario conocer de forma detallada los patrones pulmonares existentes. Radiográficamente, las alteraciones pulmonares se observan como un aumento o disminución de la opacidad pulmonar, siendo lo primero mucho más frecuente.

Los patrones pulmonares son un método descriptivo que relaciona las características radiográficas de aumento de opacidad pulmonar con los cambios morfológicos del pulmón (Agut Giménez, 2014).

Sigue siendo una tarea difícil la diferenciación de los distintos patrones pulmonares y su correcta identificación ya que muchas enfermedades involucran varios componentes de los pulmones, y una misma enfermedad puede tener diferentes patrones a lo largo de su evolución. Sin embargo, la correcta identificación del patrón pulmonar es útil, ya que se puede determinar una lista de diagnósticos diferenciales para ese patrón pulmonar en particular (Moon Larsen, 2008; S.Seiler, 2010).

Antes de presentar los diferentes patrones pulmonares existentes, es necesario conocer la estructura normal del pulmón en una radiografía. Para ello, se debe saber que en el campo pulmonar existen muchos espacios de aire (alvéolos), distribuidos en una fina red a lo largo de una estructura de soporte de tejido conectivo intersticial. El intersticio es la infraestructura para la distribución de vasos sanguíneos, linfáticos y bronquios que componen todo el pulmón. Los vasos y bronquios situados cerca del hilio son relativamente grandes en comparación con su tamaño cerca de los alvéolos. Por lo tanto, en una radiografía, la mayor parte de la opacidad causada por estructuras normales se creará por absorción de rayos X en vasos y bronquios medianos y grandes, pero la absorción sumada de rayos X por vasos y bronquios más pequeños e indistinguibles individualmente también contribuye a la opacidad de fondo normal del pulmón. El resultado final de esto es una red heterogénea de opacidades creadas por los numerosos pequeños espacios de aire, vasos y bronquios dentro del pulmón (Figura 26) (Thrall, 2018).

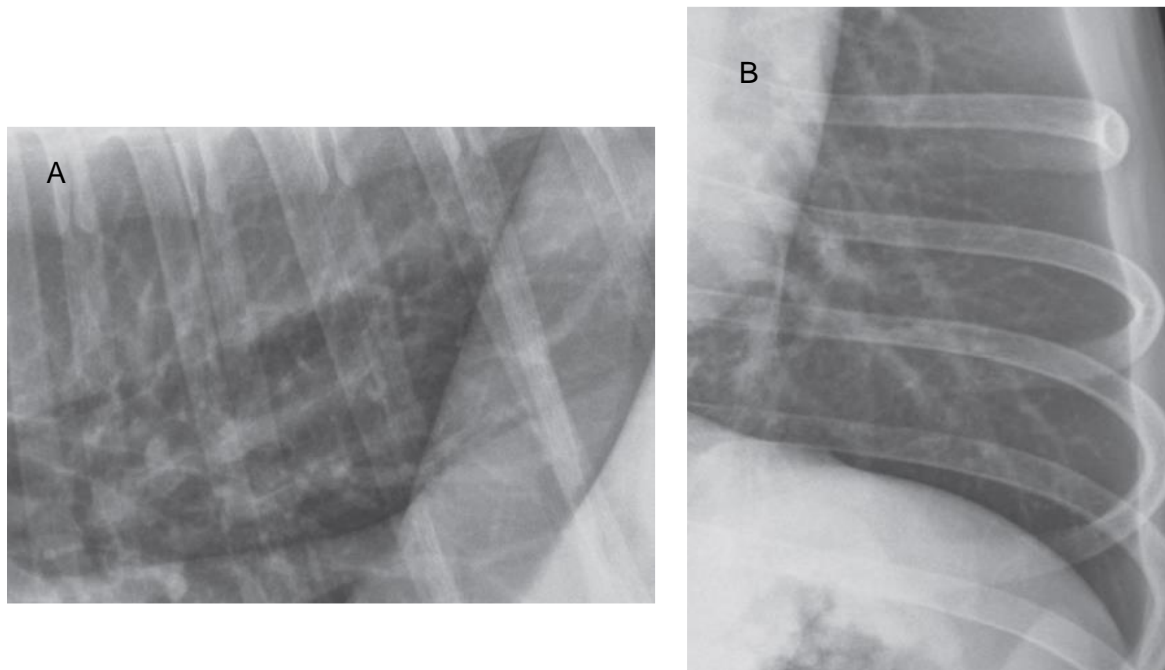


Figura 26. Vistas de cerca de la zona dorsocaudal (A) y caudal izquierda (B) del pulmón de un perro sano que ilustra la apariencia radiográfica del pulmón normal. Se ven vasos y algunas vías respiratorias grandes; pero en su mayor parte, la opacidad pulmonar es una suma de opacidades creadas por la superposición de pequeños vasos, pequeñas vías respiratorias y el propio tejido intersticial (Thrall, 2018).

Existen cinco patrones pulmonares: bronquial, intersticial, alveolar, vascular y mixto, los cuales se explican a continuación.

1.4.1. Patrón bronquial

A excepción de los bronquios más grandes cerca del hilio, el árbol bronquial no se visualiza en condiciones normales (Kealy et al., 2011). En este patrón se aumenta la visibilidad de los bronquios debido a un aumento en su opacidad. Esta opacidad está provocada por un engrosamiento o dilatación de la pared bronquial, infiltración celular, líquido peribronquial o mineralización (Agut Giménez, 2014). Normalmente está asociado a una inflamación crónica y en el caso del asma felino habrá broncoconstricción (Spasov, Kunovska, & Dimov, 2018).

En la Tabla 2 se representan los diagnósticos diferenciales de este tipo de patrón pulmonar.

La bronquiectasia es una dilatación anormal e irreversible de los bronquios, rara vez se ve en gatos. Normalmente es consecuencia de una inflamación crónica. La dilatación puede ser en forma tubular o sacular. Estos bronquios dilatados no disminuyen de diámetro como sería normal hacia la periferia

del campo pulmonar. En la forma tubular los bronquios se ven dilatados de forma uniforme, mientras que en la sacular las dilataciones están localizadas periféricamente (R. W. Nelson & Couto, 2020). Todos los bronquios principales suelen verse afectados, aunque pueden producirse enfermedades localizadas. Resulta útil realizar una broncografía para hacer un diagnóstico, sobretodo en casos tempranos (Kealy et al., 2011).

Los signos radiográficos más característicos de este patrón son los bronquios, que en corte transversal aparecen como estructuras circulares con pared radiopaca y centro radiolúcido, también conocidas como “donuts”. En corte longitudinal se verán como líneas paralelas radiopacas, también conocidas como “raíles de tren” (Figura 27) (Agut Giménez, 2014; Moon Larsen, 2008; S.Seiler, 2010; Spasov et al., 2018).

Otros signos radiográficos son los siguientes:

- La infiltración de los tejidos peribronquiales provoca una pérdida de nitidez en los contornos vasculares (Kealy et al., 2011).
- Si las paredes bronquiales se observan gruesas y más radiopacas será debido a un infiltrado celular o inflamación bronquial (Schwarz & Johnson, 2011).
- Si las paredes bronquiales se observan delgadas y más radiopacas estarán mineralizadas. (Figura 28). Encontrar este tipo de patrón es normal en perros viejos, con patologías endocrinas (Cushing) y en razas condrodistróficas. En gatos geriátricos también se puede observar de forma más leve-moderada sin signos clínicos (Agut Giménez, 2014; Kealy et al., 2011).

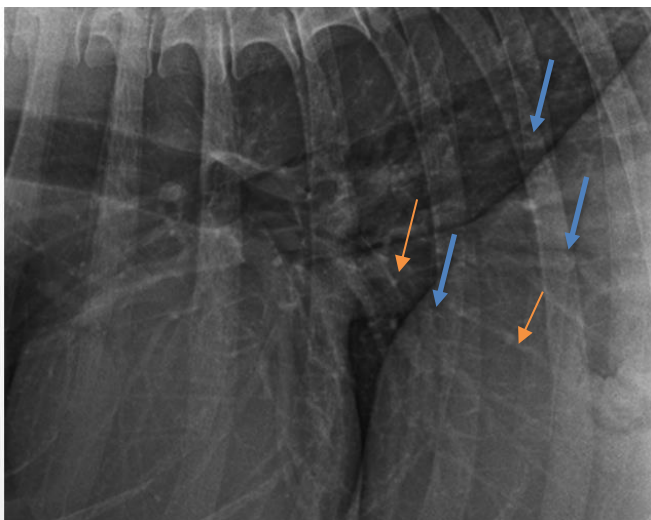


Figura 27. Radiografía lateral de perro mostrando el lóbulo caudal izquierdo. Las flechas azules indican los “donuts” y las naranjas los “raíles de tren”.

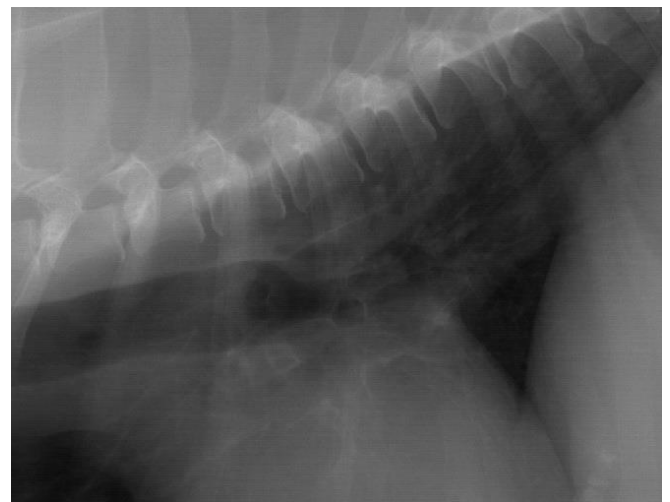


Figura 28. Mineralización bronquial en un perro. Las paredes de los bronquios son más radiopacas. Se suele observar en perros mayores o con trastornos endocrinos como el síndrome de Cushing (Kealy et al., 2011).

En la Figura 29 está representada la estructura normal del árbol bronquial.

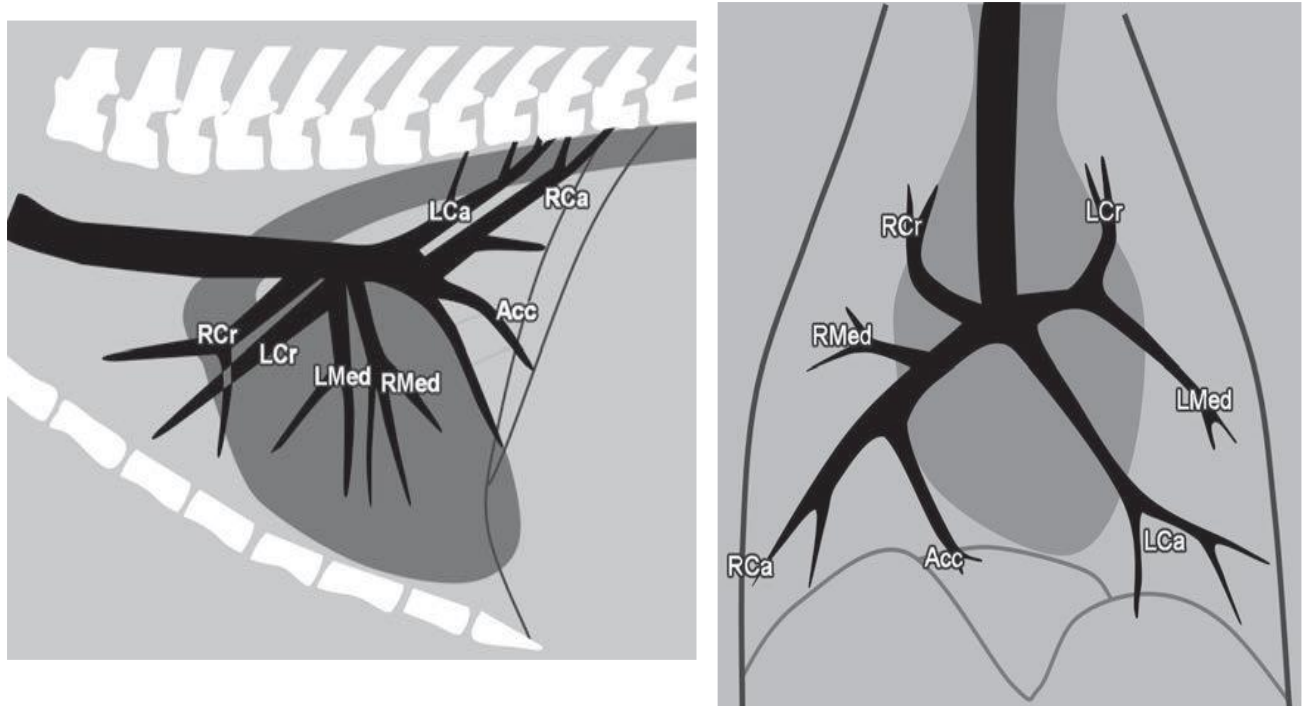


Figura 29. Ubicación aproximada de los bronquios lobarales normales en (a) una proyección lateral derecha y (b) una proyección VD. Acc = lóbulo accesorio; LCa = lóbulo caudal izquierdo; LCr = segmento craneal del lóbulo craneal izquierdo; LMed = segmento caudal del lóbulo craneal izquierdo; RCa = lóbulo caudal derecho; RCr = lóbulo craneal derecho; RMed = lóbulo medio derecho (Schwarz & Johnson, 2011).

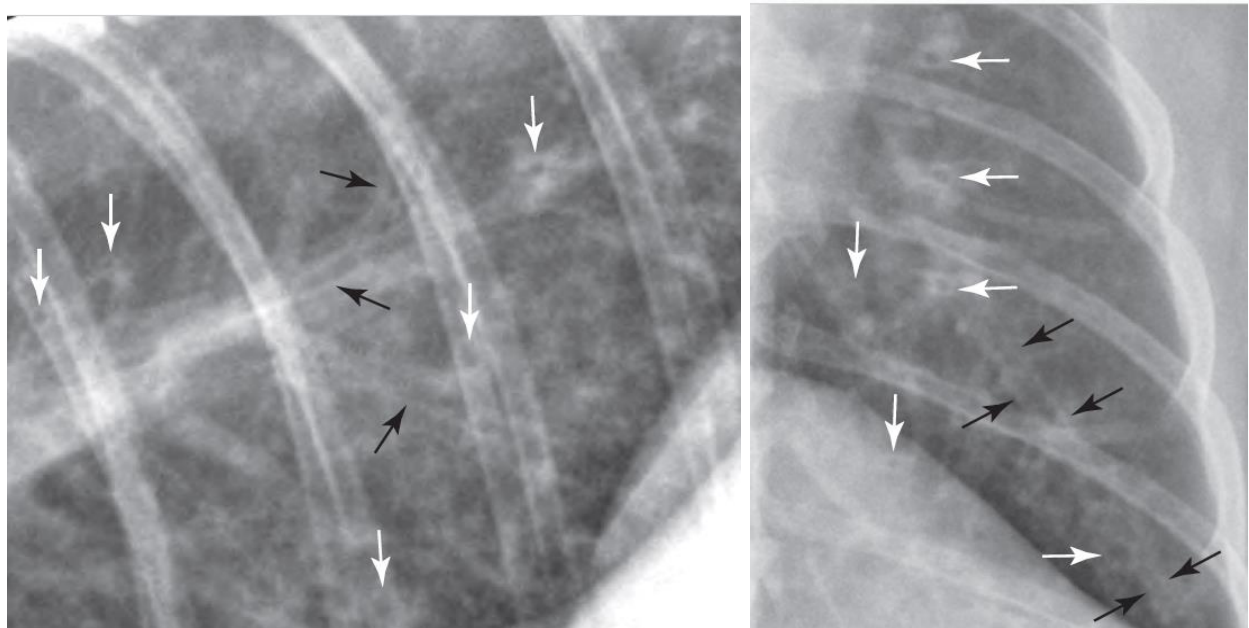


Figura 30. Radiografía ampliada lateral (izquierda) y VD (derecha) de un gato con patrón bronquial. Se observan "donuts" (flechas blancas) y "raíles de tren" (flechas negras) (Thrall, 2018).



Figura 31. Radiografía lateral ampliada en la zona de la carina. Se observa mineralización bronquial asociada con la edad (flechas negras) (Schwarz & Johnson, 2011).

Tabla 2. Adaptación de diagnósticos diferenciales y su prevalencia de patrón bronquial (R. W. Nelson & Couto, 2020; Thrall, 2018).

CAUSA	PREVALENCIA
<i>Bronquitis crónica canina</i> <i>Complejo respiratorio infeccioso canino</i> <i>Bronquitis felina idiopática</i> <i>Bronquitis alérgica</i>	Común
<i>Infección</i> <ul style="list-style-type: none"> ○ <i>Bacteriana</i> ○ <i>Parasitaria</i> 	Poco común Rara
<i>Irritación crónica</i>	Poco común
<i>Edema pulmonar cardiogénico</i>	Poco común
<i>Tumor</i>	Poco común

1.4.2. Patrón intersticial

El intersticio pulmonar contiene las paredes y conductos alveolares, tabiques interlobulillares, bronquiolos y vascularización pulmonar.

El diagnóstico diferencial se encuentra en las Tablas 3 y 4.

Este patrón se clasifica en:

- Patrón intersticial estructurado/nodular: Este patrón está relacionado con las opacidades formadas por múltiples nódulos o masas. Según Spasov (2018) y Schwarz & Johnson (2011) para que un nódulo sea visible radiográficamente debe tener un diámetro mínimo de 3-5mm. Las lesiones miliares son múltiples nódulos inferiores a 3mm que al superponerse entre sí, se hacen visibles. Sin embargo, Thrall (2018) afirma que para poder detectar estos nódulos, deben tener un tamaño mínimo de 7-9mm.

Como norma general, la diferencia entre el término de *nódulo* y *masa* reside en el tamaño, de esta manera, se refiere a nódulo cuando el tamaño es inferior a 2cm, y a masa cuando es superior (Thrall, 2018). Es importante diferenciar bien los nódulos de posibles artefactos como pezones, garrapatas, vasos cortados en transversal (mayor opacidad) y placas pulmonares (más pequeños, irregulares y opacos) (Agut Giménez, 2014).

Las características radiográficas pueden ser (Agut Giménez, 2014; Kealy et al., 2011; Schwarz & Johnson, 2011):

- Múltiples nódulos con opacidad de tejido blando (Figura 32).
- Lesiones miliares (conjunto de nódulos menores de 3mm superpuestos entre sí) (Figura 33).
- Lesiones cavitarias (contienen gas).
- Vasos en sección transversal: su tamaño es igual o menor al vaso longitudinal más cercano y su radiopacidad es mayor. En cambio, los nódulos pueden ser mayores o menores al vaso más cercano pero su opacidad será igual a éste.
- Osteomas pulmonares: son pequeños nódulos de opacidad mineral con formas irregulares.

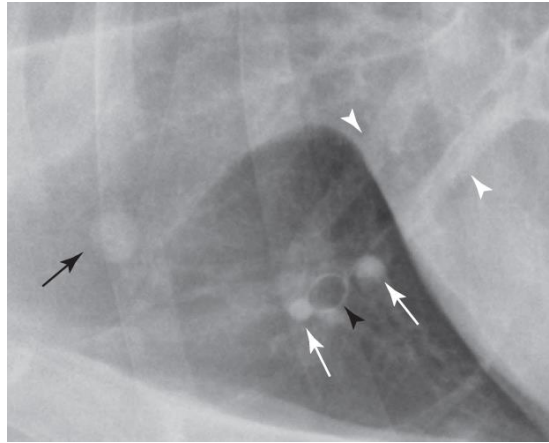


Figura 32. Radiografía lateral de la zona craneoventral del tórax de un perro. La opacidad más craneal (flecha negra) es un nódulo pulmonar. Las otras estructuras más pequeñas (flechas blancas) son vasos pulmonares. Se identifican como vasos porque son más opacos de lo esperado para un nódulo de este diámetro, están situados directamente adyacentes a un bronquio (punta de flecha negra) y las porciones de conexión de los vasos son visibles cuando se proyectan de lado (blanco puntas de flecha (Thrall, 2018).

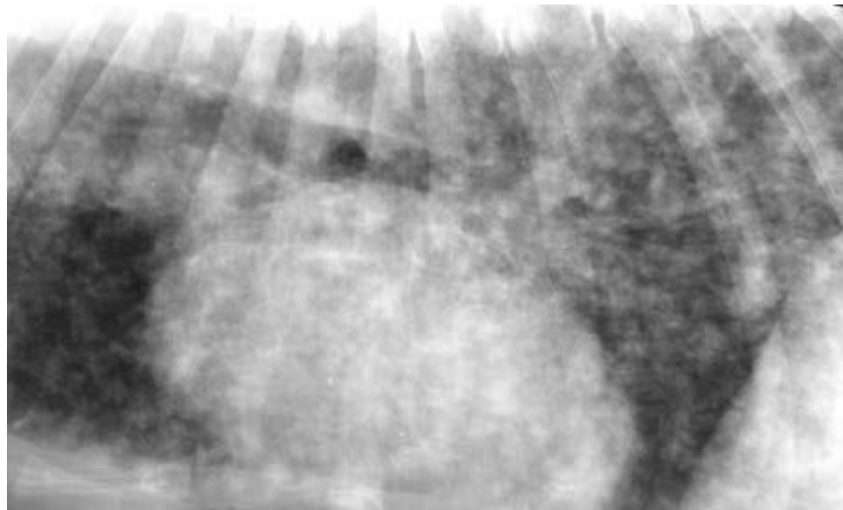


Figura 33. Radiografía lateral de tórax de un Golden Retriever de 9 años con metástasis pulmonar miliar. Hay un aumento de la opacidad pulmonar creada por muchos pequeños nódulos de tejido blando (patrón nodular miliar) que se superponen y se fusionan (Schwarz & Johnson, 2011).

- Patrón intersticial no estructurado/difuso: Se caracteriza por un aumento difuso de la opacidad intersticial, oscureciendo parcialmente los vasos y las vías respiratorias (Figura 34). Esto es debido a la presencia de líquido, células o fibrosis intersticial (R. W. (Richard W. Nelson & Couto, 2020).

Este patrón pulmonar intersticial no estructurado es el que provoca más errores diagnósticos debido a la cantidad de situaciones en las que la opacidad pulmonar general aumenta en etiologías no patológicas como la subexposición radiográfica, la edad, la condición corporal, atelectasia por la ventilación, sedación, etc.

Una característica de este patrón es su naturaleza dinámica, por ejemplo, una insuficiencia cardíaca causara primero un edema pulmonar intersticial que rápidamente evolucionará a un edema alveolar que será más opaco y difuso y el resultante patrón alveolar ocultara cualquier patrón intersticial (R. W. Nelson & Couto, 2020; Thrall, 2018). La mayoría de patologías que se encuentran en transición suelen presentarlo (Agut Giménez, 2014).

Las características radiográficas son (Kealy et al., 2011; Schwarz & Johnson, 2011):

- Opacidad homogénea u opacidades lineales, reticulares o en panal de abeja (sobre todo en perros mayores con cambios crónicos, ej. fibrosis pulmonar).
- Las paredes de los bronquios y bronquiolos pueden parecer engrosadas debido al aumento del componente intersticial.



Figura 34. Radiografía ventrodorsal (VD) de un perro con infección confirmada de blastomicosis. El patrón pulmonar es un patrón intersticial no estructurado (Thrall, 2018).

Tabla 3. Diagnóstico diferencial y prevalencia de patrón intersticial estructurado (Thrall, 2018)

HALLAZGOS RADIOGRÁFICOS	CAUSA	PREVALENCIA
Múltiples nódulos sólidos	Metástasis Micosis	Común Poco común
Masa sólida	Tumor primario Absceso	Común Raro

<i>Múltiples cavidades nodulares</i>	<i>Metástasis</i>	<i>Raro</i>
	<i>Parásitos</i>	<i>Raro</i>
	<i>Bullas</i>	<i>Poco común</i>
<i>Masa cavitaria</i>	<i>Tumor primario</i>	<i>Común, sobre todo en gatos</i>
	<i>Absceso</i>	<i>Raro</i>
	<i>Bulla</i>	<i>Poco común</i>

Tabla 4. Diagnóstico diferencial y prevalencia de patrón intersticial no estructurado (Agut Giménez, 2014; R. W. Nelson & Couto, 2020; Thrall, 2018))

CAUSA	PREVALENCIA
<i>Artefactos</i> <i>Rx espiratoria</i> <i>Obesidad</i> <i>Movimiento</i>	<i>Común</i>
<i>Edad</i> <i>Cachorros: mayor contenido de agua</i> <i>Geriátricos: cambios relacionados con el envejecimiento</i>	<i>Común</i>
<i>Infección</i> <i>Neumonía</i> <i>Viral</i> <i>Bacteriana</i> <i>Micótica</i>	<i>Poco común</i> <i>Común</i> <i>Poco común</i>
<i>Fibrosis pulmonar idiopática</i>	<i>Común</i>
<i>Linfoma</i>	<i>Poco común</i>
<i>Metástasis</i>	<i>Poco común</i>
<i>Edema cardiogénico</i>	<i>Poco común</i>

1.4.3. Patrón alveolar

En este patrón se observa un aumento de la radiopacidad pulmonar por fluido o material denso que llena los alvéolos. El llenado puede ser de pus, sangre, edema o incluso se puede encontrar el alvéolo totalmente colapsado por la ausencia de aire (atelectasia) (R. W. Nelson & Couto, 2020).

Radiográficamente se observa:

- Aumento en la radiopacidad de uno o varios campos pulmonares impidiendo la visualización de vasos sanguíneos.
- Signo lobar: si todo el lóbulo está afectado se produce una pérdida de visualización de los bordes de las estructuras de tejidos blando adyacentes (corazón/diafragma) visibilizándose el borde del lóbulo colapsado (Figura 35).
- Broncogramas aéreos: Visualización del recorrido de los bronquios como estructura radiolúcida que se hace evidente por la radiopacidad de su alrededor (Figura 36) (Agut Giménez, 2014).



Figura 35. Radiografía VD con el lóbulo medio derecho colapsado, formando un signo lobar (R. W. Nelson & Couto, 2020).

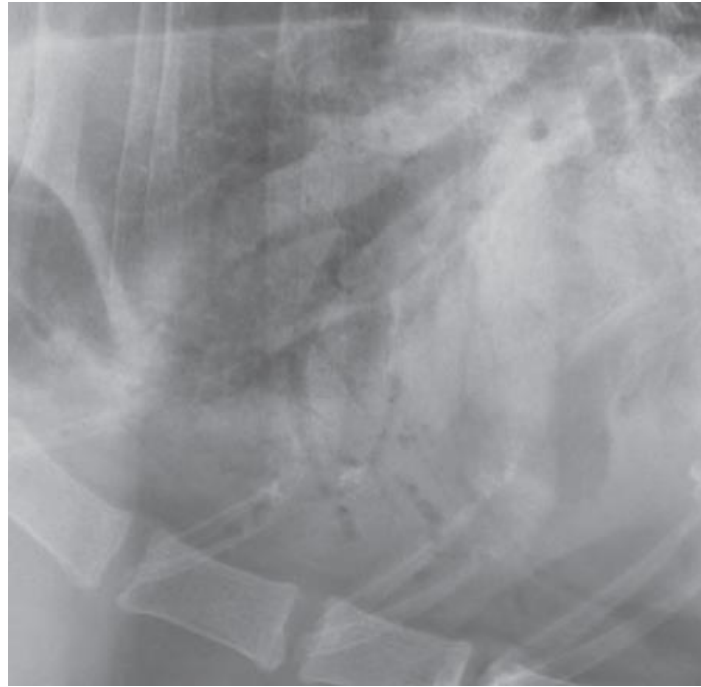


Figura 36. Aspecto craneoventral del tórax de un perro con patrón alveolar. Son visibles numerosos broncogramas aéreos en toda la región de mayor opacidad pulmonar (Thrall, 2018).

Tabla 5. Diagnóstico diferencial, distribución y prevalencia de patrón alveolar (Thrall, 2018)

CAUSA	DISTRIBUCIÓN	PREVALENCIA
<i>Neumonía</i>	<i>Ventral</i>	<i>Común</i>
<i>Edema pulmonar cardiogénico</i>	<i>Normalmente dorsocaudal pero puede variar</i>	<i>Común</i>
<i>Edema pulmonar no cardiogénico</i>	<i>Normalmente dorsocaudal pero puede ser general</i>	<i>Poco común</i>
<i>Hemorragia</i>	<i>Variable</i>	<i>Común</i>
<i>Trauma</i>		
<i>Coagulopatía</i>		
<i>Tromboembolismo</i>	<i>Variable</i>	<i>Poco común</i>
<i>Atelectasia</i>	<i>Variable</i>	<i>Común</i>
<i>Alergia eosinofílica</i>	<i>Variable</i>	<i>Rara</i>
<i>Tumor pulmonar primario</i>	<i>Variable</i>	<i>Raro</i>

1.4.4. Patrón vascular

En las radiografías laterales, la arteria pulmonar es dorsal y la vena pulmonar es ventral al bronquio, mientras que en las VD o DV, la arteria pulmonar es lateral y la vena pulmonar es medial al bronquio.

Los patrones vasculares generalmente implican un aumento o disminución del tamaño de las arterias o venas.

En las proyecciones laterales se compara el diámetro de las arterias y venas pulmonares craneales con el diámetro del tercio proximal de la cuarta costilla. Si el diámetro de los vasos es mayor al de la costilla, se tratará de un patrón vascular (Agut Giménez, 2014; Thrall, 2018).

En las proyecciones VD/DV se compara el diámetro de las arterias y venas pulmonares caudales con el diámetro de la novena costilla. Si la suma entre el vaso pulmonar y la costilla tiene forma de rectángulo (más ancho que largo), se tratará de un patrón vascular (Agut Giménez, 2014; Thrall, 2018).

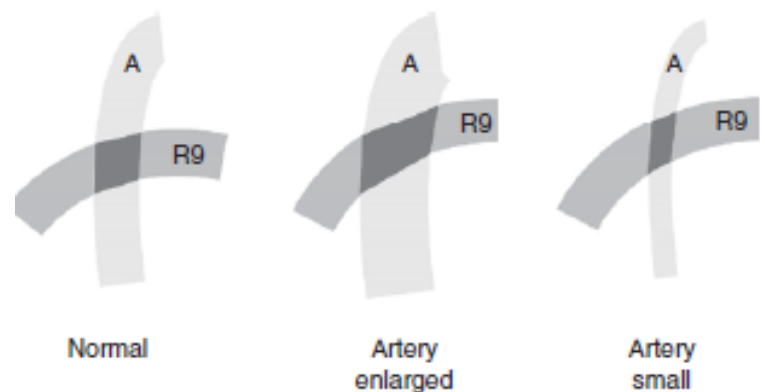


Figura 37. Representación gráfica de la medición de las arterias para diagnosticar un patrón vascular (Thrall, 2018).

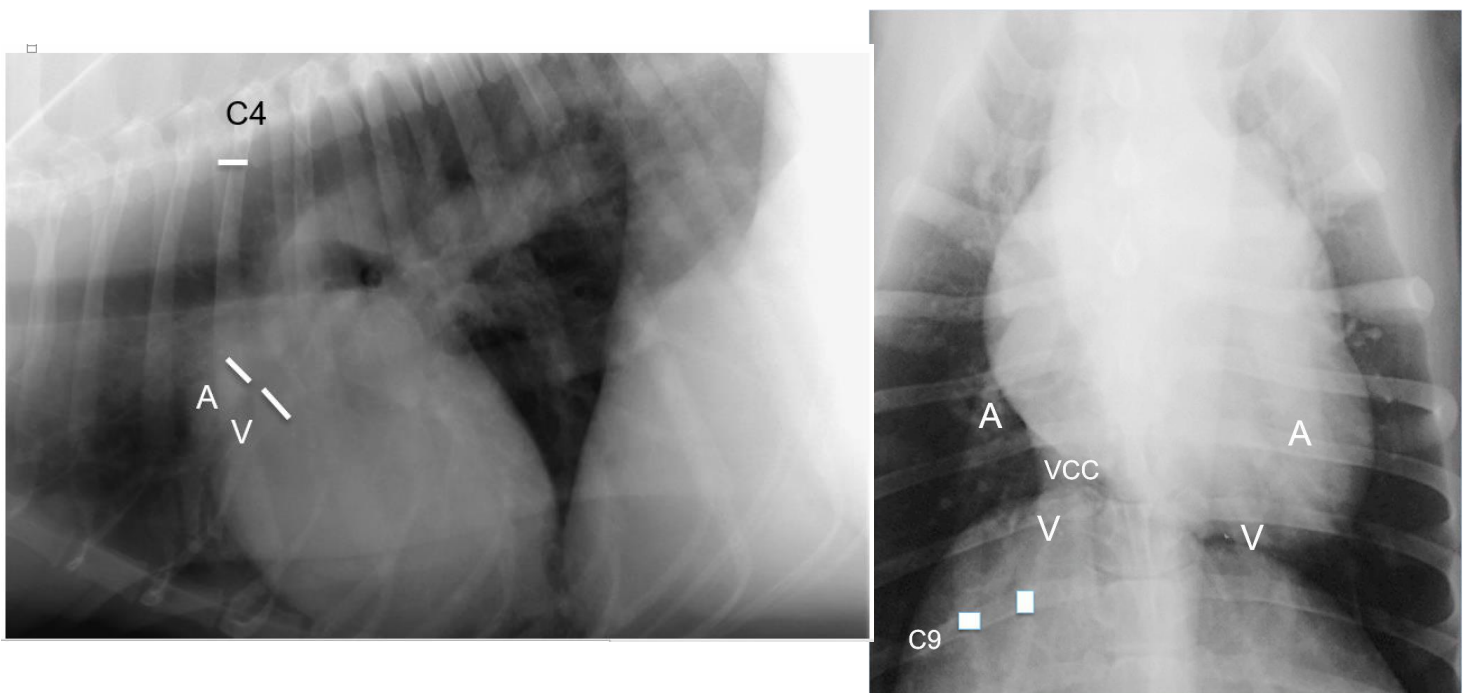


Figura 38. Radiografía de tórax lateral (izquierda) y VD (derecha). En la lateral se mide el diámetro de las arterias y venas pulmonares en relación a la zona proximal de la 4ª costilla (C4). En la VD se mide el diámetro de los vasos en relación a su intersección con la 9ª costilla (C9). Radiografía lateral (Thrall, 2018), radiografía ventrodorsal (Sánchez, 2018).

Tabla 6. Diagnóstico diferencial de patrón vascular (R. W. Nelson & Couto, 2020)

HALLAZGOS RADIOGRÁFICOS	CAUSAS
<i>Arterias engrandecidas</i>	<i>Enfermedad del gusano del corazón</i> <i>Aelurostrongylosis (gatos)</i> <i>Tromboembolismo pulmonar</i> <i>Hipertensión pulmonar</i>
<i>Venas engrandecidas</i>	<i>Fallo cardíaco izquierdo</i>
<i>Arterias y venas engrandecidas debido a una sobrecirculación pulmonar</i>	<i>Shunts cardíacos:</i> <i>Conducto arterioso persistente</i> <i>Defecto del septo ventricular</i> <i>Defecto del septo atrial</i>
<i>Arterias y venas disminuidas de tamaño</i>	<i>Disminución en la circulación pulmonar:</i> <i>Shock cardíaco</i> <i>Hipovolemia:</i> <i>Deshidratación severa</i> <i>Pérdida de sangre</i> <i>Hipoadrenocorticismo</i> <i>Estenosis de la válvula pulmonar</i> <i>Hiperinflación pulmonar:</i> <i>Bronquitis idiopática felina</i> <i>Bronquitis alérgica</i>

1.4.5. Patrón mixto

Es un patrón pulmonar muy frecuente porque muchas patologías pulmonares muestran más de un patrón ya que anatómicamente los tejidos pulmonares están íntimamente relacionados y la fisiopatología de las enfermedades es muy compleja. El patrón dominante dará la mejor idea de cuál es la etiología de la enfermedad, pero como regla de general, se considera el patrón alveolar el más significativo seguido por el patrón intersticial, el patrón bronquial y por último el patrón vascular

(Dennis, 2008). Se pueden encontrar patrones broncointersticiales, broncoalveolares e intersticiales que progresan a alveolares dónde se visualizan los signos radiográficos de ambos, éste último caso se da en presencia de edema pulmonar (Schwarz & Johnson, 2011).



Figura 39. Radiografía de tórax lateral derecha de perro con un patrón broncointersticial difuso, más prominente en la región caudal (Dear, 2020).

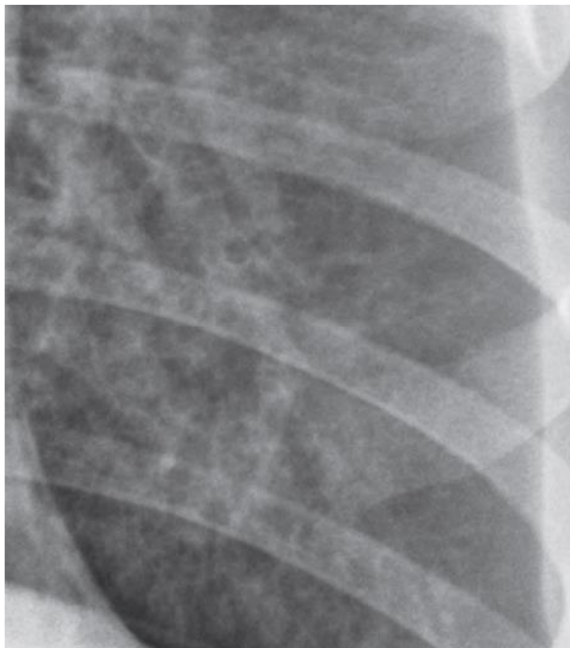


Figura 41. Radiografía VD aumentada de un perro donde se observa un patrón mixto (broncointersticial) debido a la presencia de "donuts" y opacidad no estructurada (Thrall, 2018).



Figura 40. Radiografía DV de un Doberman con patrón mixto (intersticial y alveolar) (Schwarz & Johnson, 2011).

Tabla 7. Diagnóstico diferencial de patrón mixto (Thrall, 2018)

CAUSAS
<i>Neoplasia primaria o secundaria</i>
<i>Edema pulmonar cardiogénico o no cardiogénico</i>
<i>Infecciones bacterianas, parasitarias o fúngicas</i>
<i>Reacción alérgica</i>
<i>Hemorragia pulmonar</i>
<i>Tromboembolismo</i>
<i>Intoxicación</i>
<i>Daño directo por condiciones ambientales (humo)</i>

1.5. Epidemiología

Las enfermedades respiratorias son comunes en perros y gatos. Los signos clínicos como la tos y la disnea suelen ser consecuencia de problemas primarios del tracto respiratorio. Tanto los animales jóvenes como los de edad avanzada tienen un mayor riesgo de desarrollar enfermedades respiratorias. Al nacer, los sistemas respiratorios e inmunológicos no están completamente desarrollados esto facilita la introducción y propagación de patógenos dentro de los pulmones. En los animales de edad avanzada, los cambios degenerativos crónicos que alteran la flora normal del tracto respiratorio y sus defensas hacen aumentar la vulnerabilidad de los pulmones a los patógenos transportados por el aire y las partículas tóxicas. Todo esto, junto a las malas condiciones higiénicas y ambientales, y el estrés resultante aumentan tanto la incidencia como la gravedad de las infecciones. Las condiciones que favorecen la propagación de infecciones suelen tener mayor incidencia en criaderos, perreras, tiendas de mascotas, y protectoras de animales (Kuehn, 2013b).

Se cree que el complejo respiratorio felino y la traqueobronquitis infecciosa canina son las patologías más prevalentes en los animales que se encuentran en protectoras/refugios (Gram & Milner, 2017). Esto es debido a los patógenos asociados a estas enfermedades que se encuentran en abundancia en instalaciones con altas densidades de animales, como son las protectoras. El estrés del lugar junto con la exposición a nuevos patógenos juegan un papel importante en el desarrollo de éstas enfermedades (Dear, 2020).

Actualmente, tanto en pueblos como en ciudades existe una gran abundancia de perros y gatos sin hogar que acaban siendo rescatados y llevados a protectoras o perreras. La mayoría de protectoras promueven la salud pública y apoyan la tenencia responsable de mascotas. Sin embargo, es inevitable que sean lugares con mucha inestabilidad biológica. Muchos de los animales que llegan nunca han recibido atención médica y la mayoría están parasitados.

El hacinamiento y las malas condiciones de las protectoras generan estrés individual, intraespecie e interespecie y proporciona un entorno propicio para la exposición a numerosos patógenos colaborativos. Todos estos factores pueden contribuir a la evolución y aparición de nuevos patógenos o alterar la virulencia de patógenos endémicos. Los agentes infecciosos que comúnmente afectan a perros y gatos protegidos, incluyen el moquillo canino, la traqueobronquitis infecciosa canina, parvovirus, herpesvirus felino, calicivirus felino, *Streptococcus sp.*, entre otros (Pesavento & Murphy, 2014). Su estado sanitario afecta no sólo a los individuos de estas colonias sino también a los animales con los que contactan, entre ellos perros y gatos domésticos. Actualmente se desconoce la prevalencia de patrones pulmonares en perros y gatos de las protectoras a pesar de conocer la existencia de un gran número de patologías respiratorias que suelen afectar a ambas especies. Determinar esta prevalencia es importante a la hora de saber el riesgo de infección derivado del contacto directo entre especímenes de la calle y domésticos.

2. OBJETIVOS

Con el presente estudio se pretende determinar 1) si existe diferencia entre la prevalencia de presentar o no patrones pulmonares; 2) si existe diferencia en el tipo de patrones pulmonares entre animales domésticos y de protectoras; 3) si existe diferencia o no según la edad de los animales en cuanto al tipo de patrón; 4) si existe diferencia o no según la especie (perros y gatos) en el tipo de patrones pulmonares.

Es importante disponer de esta información para poder hacer una estimación del estatus sanitario de los perros y de los gatos que habitan en la calle. Esto permitirá poder instaurar tratamientos médicos adecuados, mejorar el estado sanitario de estos animales y disminuir el riesgo de contagio a los animales domésticos.

Se parte de la hipótesis de que existe mayor número de patrones pulmonares en animales sin hogar que en los domésticos ya que los primeros suelen tener una baja inmunidad y no disponen de los mismos cuidados que los animales domésticos.

3. MATERIAL Y MÉTODOS

3.1. Población de estudio

Para la realización de este estudio era necesaria la participación de un gran número de perros y gatos, tanto domésticos como sin hogar, de distintas razas y comprendiendo el mayor rango de edades posible.

Se consiguió la participación de un total de 54 animales, 31 animales domésticos y 23 animales sin hogar, llegando a realizar un total de 75 radiografías. Sin embargo, solo fueron útiles 54 radiografías obtenidas de 39 animales.

Todas las radiografías fueron realizadas por Neus Jané excepto 8 que fueron cedidas por el Hospital Solidari de Vilafranca. Los patrones pulmonares fueron revisados por el tutor de este trabajo Xavier Sánchez.

De las 54 rx finales, 32 fueron tomadas a perros y gatos domésticos (19 perros y 5 gatos) y 22 a perros y gatos de protectoras y perreras (9 perros y 6 gatos). El rango de edad estaba comprendido entre los 6 meses hasta los 15 años. No se tuvo en cuenta el sexo de los animales ni la raza.

Se trata de un estudio ciego, es decir, no se conoce la historia clínica del animal, solo la especie, edad y procedencia.

3.2. Criterios de inclusión y exclusión

INCLUSIÓN:

- Radiografías de perros y gatos de edades comprendidas entre 0 y 15 años provenientes de propietarios y protectoras/asociaciones para el rescate de animales.
- Se realizaron 38 radiografías con proyección lateral derecha y 16 proyecciones ventrodorsales.
- Radiografías tomadas en la fase inspiratoria del animal.

EXCLUSIÓN:

- Animales muy agresivos.
- Radiografías en movimiento.
- Radiografías subexpuestas y sobreexpuestas.
- Radiografías con patrones pulmonares derivados de otras patologías (ej. neumotórax).

3.3. Instalaciones para el estudio

Para el presente estudio se usaron las instalaciones de la Unidad Quirúrgica Docente de Torrelameu, Lleida. Este edificio consta de quirófanos, pre-quirófanos, consultas y equipamiento de diagnóstico por imagen: resonancia magnética, tomografía axial computarizada, ecografía y radiología.

Se utilizó el equipo de radiología digital directa, de la marca Fujifilm, obteniendo imágenes al instante. El programa informático ligado al equipo de rayos tiene configurado por parte del radiólogo los parámetros de exposición (kV, mA) según el tipo de proyección, lateral o VD/DV, y del peso

del animal (<10kg, 10-25kg, >25kg).

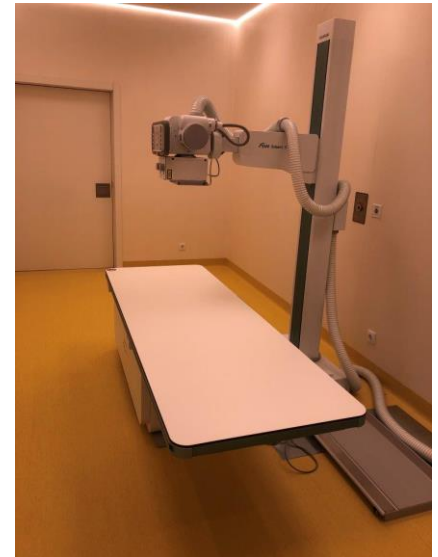


Figura 42. Equipo de rayos X de la Unidad Quirúrgica Docente de Torrelameu.

3.4. Posicionamiento del animal y colimación

Para el estudio radiográfico de tórax se deben realizar al menos dos proyecciones, una lateral derecha o izquierda y otra ventrodorsal o dorsoventral.

Las radiografías deben tomarse durante la fase inspiratoria del animal. Si el animal no está sedado o anestesiado se requerirá de una o dos personas para el manejo y la sujeción de éste durante la toma de las imágenes.

Hubo 14 de los animales que estuvieron sedados en el momento de la radiografía ya que procedían de otro estudio de imagen que requería sedación.

Se necesitó la ayuda de otra persona para el manejo de los animales, pudiendo ser Teresa Giró, Maite Dueñas, Marta Bassols, Xavier Sánchez o Ramón Coma quienes ayudaron a Neus Jané.

3.4.1. Posicionamiento según la proyección

- Lateral derecha: El animal se encuentra tumbado en la mesa de rayos sobre su lado derecho. Se deben extender las extremidades anteriores cranealmente y las posteriores caudalmente para evitar la superposición de los músculos con el tórax. Extender suavemente la cabeza y el cuello del animal para tener una posición anatómica normal de la tráquea. El esternón y las vértebras deben estar al mismo nivel, para ello, se puede colocar una cuña de espuma debajo del esternón (Schwarz & Johnson, 2011)

- Ventrodorsal (VD): Se debe colocar al animal en decúbito supino, alineando la columna con el esternón y tirando suavemente de las extremidades anteriores cranealmente. Las extremidades posteriores se pueden dejar flexionadas (Schwarz & Johnson, 2011).

En ambas proyecciones se pueden usar bolsas de arena para fijar las extremidades del animal en una posición adecuada.



Figura 43. Radiografía torácica en proyección lateral derecha de gato adulto (Larson, 2020).



Figura 44. Radiografía torácica en proyección VD de gato adulto (Larson, 2020).

3.4.2. Colimación

Durante la proyección lateral (Figura 45), el centro del haz de luz debe ir dirigido ventral al borde caudal de la escápula. El haz debe abarcar desde la articulación del hombro hasta el diafragma (incluido parte del hígado) y ventralmente debe incluirse el esternón (Schwarz & Johnson, 2011).

En la proyección ventrodorsal (Figura 46) el centro del haz debe ir dirigido a la silueta cardíaca. Debe abarcar desde la entrada torácica hasta parte del abdomen craneal (Schwarz & Johnson, 2011).



Figura 45. Posicionamiento de perro para obtener una radiografía torácica en proyección lateral derecha, el perro está tocando la mesa con su lado derecho (Unzueta Galarza & Sever Bermejo, 2009).



Figura 46. Posicionamiento de un perro para obtener una radiografía torácica en proyección ventrodorsal (VD), el perro está en decúbito supino (Unzueta Galarza & Sever Bermejo, 2009).

3.5. Otros: Normativa

Para la realización de radiografías se debe cumplir el Real Decreto 1085/2009, cuyo Reglamento habla sobre la instalación y utilización de aparatos de rayos X con fines de diagnóstico médico. Esta normativa regula todo lo referente a la ionización de los rayos, las instalaciones, equipos, material, autorizaciones, medidas de vigilancia, programa de protección radiográfica, entre otras cosas.

Para la toma de radiografías es indispensable disponer de una habitación plomada, y en el caso de tener que entrar dentro de la sala para sujetar al animal se debe ir vestido con delantal y guantes plomados para proteger el cuerpo, la tiroides y las manos (Figura 47).



Figura 47. Prendas de protección contra rayos X para tomar radiografías (Google fotos).

Según el Real Decreto 1085/2009 el personal expuesto a los rayos debe llevar consigo un dosímetro para realizar una lectura por parte de los Servicios de Dosimetría Personal.

3.6. Análisis estadístico

Se usó el programa estadístico de ordenador “JMPpro15” para la realización del análisis estadístico de las muestras. Se abrió una tabla con los siguientes datos (Tabla 8): nombre del animal, número asignado al animal, edad (cachorro: ≤ 8 meses; joven-adulto: > 8 meses a ≤ 7 años; geriátrico: > 7 años), especie (canina o felina), hogar (casa o protectora), ausencia o presencia de patrón pulmonar y el tipo de patrón (intersticial, bronquial, broncointersticial, alveolar, broncoalveolar, vascular).

A través del programa se hicieron tablas de contingencia y pruebas de correlación de Pearson, observando si la correlación entre los parámetros que se habían establecido era significativa ($p < 0.05$) o no según indica la probabilidad de “Ji cuadrado”.

NÚMERO PACIENTE	ESPECIE	EDAD	HOGAR	PRESENCIA O AUSENCIA DE PATRÓN	TIPO DE PATRÓN PULMONAR
1	C	0	0	1	3
2	C	2	0	1	3
3	F	1	0	1	2
4	F	0	0	0	-
5	C	0	0	1	3
6	F	0	0	0	-
7	C	1	0	0	-
8	C	1	1	0	-
9	C	1	0	1	2
10	F	0	0	0	-
11	F	1	0	0	-
12	C	1	0	1	2
13	C	0	0	1	2
14	C	1	1	1	2

15	C	1	1	1	1
16	C	1	0	1	2
17	C	1	0	1	3
18	C	1	0	1	4
19	C	2	0	1	2
20	C	1	0	1	3
21	C	1	0	1	3
22	C	0	0	1	3
23	F	1	1	1	3
24	C	2	0	1	3
25	C	2	0	1	3
26	C	1	0	1	2
27	C	2	1	0	-
28	C	2	0	1	2
29	C	0	1	1	2
30	C	1	0	0	-
31	F	2	1	0	-
34	F	1	1	1	1
35	F	2	1	1	3
37	C	1	1	1	1
38	C	1	1	1	2
44	C	1	1	1	3
46	F	1	1	1	5
47	F	1	1	1	3
54	C	1	1	1	3

Tabla 8. Tabla de datos del programa JMPpro15 indicando el número del paciente, especie, edad, hogar, si hay patrón o no y tipo de patrón pulmonar.

ESPECIE	EDAD	HOGAR	AUSENCIA O PRESENCIA DE PATRÓN	TIPO DE PATRÓN PULMONAR
C: CANINA F: FELINA	0: ≤ 8m 1: >8m- ≤7a 2: >7a	0: CASA 1: PROTECTORA	0: AUSENCIA DE PATRÓN PULMONAR 1: PRESENCIA DE PATRÓN PULMONAR	1: P. INTERSTICIAL 2: P. BRONQUIAL 3: P. BRONCOINTERSTICIAL 4: P. ALVEOLAR 5: P. BRONCOALVEOLAR 6: P. VASCULAR

Tabla 9. Descripción de los parámetros asociados a cada variable.

4. RESULTADOS

Los resultados del estudio se muestran a continuación:

1. Relación entre variables: Ausencia o presencia de patrón pulmonar y edad.

AUSENCIA O PRESENCIA DE PATRÓN PULMONAR				
EDAD	Conteo %total %columna %filas	0	1	TOTAL
	0	0	1 2.56 3.33 100	1 2.56
	1	5 12.82 55.56 45.45	20 51.28 66.67 80	25 64.10
	2	4 10.26 44.44 30.77	9 23.08 30 69.23	13 33.33
	TOTAL	9 23.08	30 76.92	39

Tabla 10. Tabla de contingencia según la ausencia o presencia de patrón pulmonar (0 o 1) en función de la edad (0, 1, 2).

En la Tabla 10 se indica la cantidad de animales con ausencia o presencia de patrón pulmonar en función de la edad indicando el porcentaje que representan en función del total, de las columnas y de las filas.

Prueba	Prob. > Ji cuadrado
Pearson	0.6483

Tabla 11. Tabla en referencia a la ausencia o presencia de patrón y la edad, donde se indica la prueba de Pearson en la que la prob. > Ji cuadrado resulta no significativa.

En la Tabla 11 se relaciona la ausencia o presencia de patrón según la especie. En este caso resulta no significativo ($p=0.6483$) por lo que la edad no influye en tener o no patrón pulmonar.

2. Relación entre variables: Presencia o ausencia de patrón pulmonar y hogar.

AUSENCIA O PRESENCIA DE PATRÓN PULMONAR				
HOGAR	Conteo %total %columna %filas	0	1	TOTAL
	0	6 15.38 66.67 25	18 46.15 60 75	24 61.54
	1	3 7.69 33.33 20	12 30.77 40 80	15 38.46
	TOTAL	9 23.08	30 76.92	39

Tabla 12. Tabla de contingencia según la ausencia o presencia de patrón pulmonar (0 o 1) en función del hogar (0,1).

En la Tabla 12 se indica la cantidad de animales con ausencia o presencia de patrón pulmonar en función del hogar indicando el porcentaje que representan en función del total, de las columnas y de las filas.

Prueba	Prob. > Ji cuadrado
Pearson	0.7184

Tabla 13. Tabla en referencia a la ausencia o presencia de patrón y el hogar donde se indica la prueba de Pearson en la que la prob. > Ji cuadrado resulta no significativa.

En la Tabla 13 se relaciona la ausencia o presencia de patrón según la especie. En este caso resulta significativo ($p=0.7184$) por lo que el hogar no influye en tener o no patrón pulmonar.

3. Relación entre variables: Presencia o ausencia de patrón pulmonar y especie.

AUSENCIA O PRESENCIA DE PATRÓN PULMONAR				
ESPECIE	Conteo %total %columna %filas	0	1	TOTAL
	C	4 10.26 44.44 14.29	24 61.54 80 85.71	28 71.79
	F	5 12.82 55.56 45.45	6 15.38 20 54.55	11 28.21
	TOTAL	9 23.08	30 76.92	39

Tabla 14. Tabla de contingencia según la ausencia o presencia de patrón pulmonar (0 o 1) en función de la especie (C o F).

En la Tabla 14 se indica la cantidad de animales con ausencia o presencia de patrón pulmonar en función de la especie (canina o felina), indicando el porcentaje que representan en función del total, de las columnas y de las filas.

Prueba	Prob. > Ji cuadrado
Pearson	0.0376

Tabla 15. Tabla en referencia a la ausencia o presencia de patrón y la especie donde se indica la prueba de Pearson en la que la prob. > Ji cuadrado resulta significativa.

En la Tabla 15 se relaciona la ausencia o presencia de patrón según la especie. En este caso resulta significativo ($p=0.0376$) por lo que la especie influye en tener o no patrón pulmonar.

Dentro del grupo de presencia de patrones pulmonares se pueden realizar las siguientes comparaciones:

4. Comparación de variables: Tipo patrón pulmonar y edad.

TIPO DE PATRÓN PULMONAR								
EDAD	Conteo %total %columna %filas	0	1	2	3	4	5	TOTAL
	0	0	0	0	1 2.56 7.14 100	0	0	1 2.56
	1	5 12.82 55.56 20	3 7.69 100 12	8 20.51 72.73 32	9 23.08 64.29 36	0	0	25 64.10
	2	4 10.26 44.44 17.39	0	3 7.69 27.27 23.08	4 10.26 28.57 30.77	1 2.56 100 7.69	1 2.56 100 7.69	13 33.33
	TOTAL	9 23.08	3 7.69	11 28.21	14 35.90	1 2.56	1 2.56	39

Tabla 16. Tabla de contingencia según el tipo de patrón pulmonar (0, 1, 2, 3, 4,5) en función de la edad (0, 1,2).

En la Tabla 16 se indica la cantidad de animales correspondientes a cada tipo de patrón pulmonar en función de su edad, indicando el porcentaje que representan en función del total, de las columnas y de las filas.

Prueba	Prob. > Ji cuadrado
Pearson	0.6174

Tabla 17. Tabla en referencia al tipo de patrón pulmonar y la edad, donde se indica la prueba de Pearson en la que la prob. > Ji cuadrado resulta no significativa.

En la Tabla 17 se representa el tipo de patrón pulmonar en relación a la edad. En este caso no se observa diferencia significativa ($p > 0.05$), es decir, la edad no es un factor que determine más un tipo de patrón u otro.

5. Comparación de variables: Tipo de patrón pulmonar y hogar

TIPO DE PATRÓN PULMONAR								
HOGAR	Conteo %total %columna %filas	0	1	2	3	4	5	TOTAL
	0	6 15.38 66.67 25	0	8 20.51 72.73 33.33	9 23.08 64.29 37.50	1 2.56 100 4.17	0	24 61.54
	1	3 7.69 33.33 20	3 7.69 100 20	3 7.69 27.27 20	5 12.82 35.71 33.33	0	1 2.56 100 6.67	15 38.46
	TOTAL	9 23.08	3 7.69	11 28.21	14 35.90	1 2.56	1 2.56	39

Tabla 18. Tabla de contingencia según el tipo de patrón pulmonar (0, 1, 2, 3, 4,5) y el hogar (0,1).

En la Tabla 18 se indica la cantidad de animales correspondientes a cada tipo de patrón pulmonar en función de su hogar, indicando el porcentaje que representan en función del total, de las columnas y de las filas.

Prueba	Prob. > Ji cuadrado
Pearson	0.1705

Tabla 19. Tabla en referencia al tipo de patrón pulmonar y el hogar, donde se indica la prueba de Pearson en la que la prob. > Ji cuadrado resulta no significativa.

En la Tabla 19 se observa como no hay diferencia significativa ($p > 0.05$) entre el tipo de patrón pulmonar y el hogar, es decir, no se aprecia diferencia entre la prevalencia de patrones pulmonares y si los animales son domésticos o de protectoras ya que la probabilidad de Ji cuadrado es de 0.17.

6. Comparación de variables: tipo de patrón pulmonar y especie.

TIPO DE PATRÓN PULMONAR								
ESPECIE	Conteo %total %columna %filas	0	1	2	3	4	5	TOTAL
	C	4 10.26 44.44 14.29	2 5.13 66.67 7.14	10 25.64 90.91 35.71	11 28.21 78.57 39.29	1 2.56 100 3.57	0	28 71.79
	F	5 12.82 55.56 45.45	1 2.56 33.33 9.09	1 2.56 9.09 9.09	3 7.69 21.43 27.27	0	1 2.56 100 9.09	11 28.21
	TOTAL	9 23.08	3 7.69	11 28.21	14 35.90	1 2.56	1 2.56	39

Tabla 20. Tabla de contingencia, según el tipo de patrón pulmonar (0, 1, 2, 3, 4,5) y la especie (C, F).

En la Tabla 20 se indica la cantidad de animales correspondientes a cada tipo de patrón pulmonar en función de la especie (canina o felina), indicando el porcentaje que representan en función del total, de las columnas y de las filas.

Prueba	Prob > Ji cuadrado
Pearson	0.1259

Tabla 21. Tabla en referencia al tipo de patrón pulmonar y la especie, donde se indica la prueba de Pearson en la que la prob. > Ji cuadrado resulta no significativa.

En la Tabla 21 se relaciona el tipo de patrón pulmonar según la especie. En este caso tampoco resulta significativo ($p=0.1259$) por lo que la especie no influye en tener un tipo de patrón u otro.

A nivel global, el 23.07% (9/39) de los animales no presentaron ningún patrón pulmonar, el 7.69% (3/39) presentó patrón intersticial, el 28.21% (11/39) patrón bronquial, el 35.90% (14/39) patrón broncointersticial, el 2.56% (1/39) patrón alveolar, el 2.56% (1/39) patrón broncoalveolar y 0% patrón vascular. El 2.56% (1/39) de los animales eran cachorros (tenían ≤ 8 meses de edad), el 64.10% (25/39) eran jóvenes/adultos (entre >8 meses y ≤ 7 años) y, el resto, 33.33% (13/39) eran geriátricos (>7 años).

1. Animales procedentes de hogares:

	NÚMERO DE ANIMALES	TIPO DE PATRÓN PULMONAR	EDADES
PERROS	19	Sin patrón: 2 P. bronquial: 7 P. broncointersticial: 9 P. alveolar: 1	0: 1 1: 9 2: 9
GATOS	5	Sin patrón: 4 P. bronquial: 1	0: 0 1: 5 2: 0
TOTAL	24	Sin patrón: 6 P. bronquial: 8 P. broncointersticial: 9 P. alveolar: 1	0: 1 1: 14 2: 9

Tabla 22. En esta tabla se observa el número de perros y gatos procedentes de hogares, el tipo de patrón pulmonar que presenta cada especie y las edades.

El 91.66% de los animales domésticos presentaron algún tipo de patrón pulmonar. Resultando en perros el patrón broncointersticial (47.36%) el más prevalente seguido del bronquial (36.84%), mientras que en gatos solo se observó un único animal con patrón bronquial, el resto no presentó ningún patrón.

2. Animales procedentes de protectoras/perreras:

	NÚMERO DE ANIMALES	TIPO DE PATRÓN PULMONAR	EDADES
PERROS	9	Sin patrón: 2 P. intersticial: 2 P. bronquial: 3 P. broncointersticial: 2	0: 0 1: 8 2: 1
GATOS	6	Sin patrón: 1 P. intersticial: 1 P. broncointersticial: 3 P. broncoalveolar: 1	0: 0 1: 3 2: 3
TOTAL	15	Sin patrón: 3 P. intersticial: 3 P. bronquial: 3 P. broncointersticial: 5 P. broncoalveolar: 1	0: 0 1: 11 2: 4

Tabla 23. En esta tabla se observa el número de perros y gatos procedentes de protectoras/perreras, el tipo de patrón pulmonar que presenta cada especie y las edades.

El 80% de los animales de protectoras presentaron un tipo de patrón pulmonar. Resultando en perros el patrón bronquial el más prevalente (33.33%), mientras que en gatos lo fue el patrón broncointersticial (83.33%).

Hubo 14 animales que estaban sedados durante la realización de las radiografías, 10 de ellos eran domésticos y 4 sin hogar. De los domésticos, 7 presentaron patrón broncointersticial, 2 bronquial y 1 no presentó ningún patrón. De los 4 sin hogar, 2 no presentaron ningún patrón, 1 presentó patrón bronquial y el otro broncointersticial.

5. DISCUSIÓN

Como se menciona anteriormente, los patrones pulmonares son un método descriptivo que relaciona las características radiográficas de aumento de opacidad pulmonar con los cambios morfológicos del pulmón (Agut Giménez, 2014). Estos cambios pueden ser consecuencia de gran variedad de patologías, cambios fisiológicos del propio animal y artefactos.

Los objetivos del estudio consisten en averiguar si existe diferencia en la presencia o ausencia de patrones pulmonares, en la diferencia en el tipo de patrón entre animales domésticos y de protectoras y si la edad y especie es influyente en dicha prevalencia.

5.1. La radiología como herramienta para el estudio

Como mencionan Thrall (2018) y Kealy (2011), la radiología es una herramienta fundamental para la aproximación diagnóstica de enfermedades torácicas.

Sin embargo, otras técnicas como la ecografía también tienen una función relevante sobre todo en los patrones pulmonares mixtos, ya que Kealy (2011) comenta que si la patología está presente cerca de un espacio intercostal y el pulmón está desplazado o reemplazado por tejido dañado, entonces la ecografía es útil para evaluar el tipo de lesión. Un estudio realizado por Ward, Lisciandro, & De Francesco (2018) prueba que el uso de la ecografía o la radiología para la detección de enfermedades intersticiales y alveolares resultan igual de útiles.

5.2. Efecto de la sedación durante la toma de radiografías

Hubo 14 animales sedados al realizarles las radiografías, tal y como menciona Schwarz & Johnson (2011) la sedación provoca una disminución en la capacidad pulmonar pudiendo provocar colapso pulmonar. Aunque lo más común es encontrar colapso pulmonar en los patrones alveolares, R. W. Nelson & Couto (2020) y Thrall (2018) comentan que también resulta común encontrarlo en el patrón intersticial difuso. Sin embargo, ninguno de los 14 animales presentó patrón alveolar o intersticial difuso. Al ver que la sedación no afectó a los resultados, las radiografías hechas a estos animales se incluyeron en el estudio.

5.3. Presencia o ausencia de patrones pulmonares

Al comparar los resultados obtenidos analizando la presencia o ausencia de patrones pulmonares, en función de la edad, hogar y especie, se observa como solo existe diferencia significativa en cuanto a la especie. Más de la mitad (61.54%) de los animales presentó algún tipo de patrón pulmonar observándose más en la especie canina.

5.4. Patrones pulmonares en función del hogar y especie

5.4.1. Animales domésticos

De los animales domésticos el patrón pulmonar más prevalente en perros fue el patrón broncointersticial (47.36%) seguido del bronquial (36.84%), mientras que en gatos se observó un único animal con patrón bronquial, el resto no presentó ningún patrón.

La predominancia del patrón broncointersticial coincide con Dennis (2008), Schwarz & Johnson (2011) y Sánchez (2018) al tratarse de un patrón mixto que resulta ser uno de los patrones más frecuentes en observarse.

5.4.2. Animales sin hogar

De los animales sin hogar el patrón pulmonar más prevalente fue el bronquial (33.33%) en perros y el broncointersticial (83.33%) en gatos. Autores como Kealy et al. (2011), R. W. Nelson & Couto (2020), Schwarz & Johnson (2011) y Marabolí (2015) comentan que el patrón bronquial se observa en enfermedades que producen inflamación crónica de las paredes bronquiales o por mineralización de éstas. Al tratarse de animales sin hogar, este patrón se podría asociar a bronquitis crónica, enfermedades endocrinas como Cushing o incluso a razas condrodistróficas, sin embargo, no se puede confirmar al desconocer el historial clínico de los animales y la raza a la que pertenecen. En cuanto al patrón broncointersticial en gatos, como se ha mencionado en el apartado 5.4.1. el patrón mixto suele ser el más frecuente. Además, éste patrón se ajustaría al estudio de Gadbois et al., (2009), el cuál reveló que un 75% de los gatos con enfermedad bronquial presentaban patrón intersticial difuso, por lo que los gatos del presente estudio podrían estar desarrollando enfermedad bronquial.

5.4.3. Comparativa entre animales domésticos y sin hogar

Se observa una diferencia en cuanto al tipo de patrón entre gatos domésticos y de protectoras. En cuanto a los gatos domésticos, solo 1 de 5 (20%) presentó patrón bronquial, el resto no presentó ningún tipo de patrón. Sin embargo, de los gatos sin hogar 3/6 (50%) presentaron patrón broncointersticial, 1/6 (16.66%) broncoalveolar, 1/6 (16.66%) intersticial y 1/6 (16.66%) no presentó ninguno. Esto coincide con Dear (2020) al comentar que debido a las altas densidades y condiciones ambientales que hay en la mayoría de asociaciones para el rescate de los animales es más probable la presencia de enfermedades infecciosas. Como se ha mencionado anteriormente, los patrones mixtos son muy frecuentes. Según Couto (2020) y Sánchez (2018) el patrón bronquial y alveolar pueden manifestarse en el asma felino, por lo que el patrón broncoalveolar podría manifestarse en esta patología. Por otro lado, el patrón intersticial puede ser debido a artefactos, a patologías como

un inicio de neumonía o fibrosis pulmonar idiopática, también podría deberse a la edad, pero en este caso se descarta al considerar que se trata de un gato adulto (<7 años) y no geriátrico.

En el caso de los perros, existe un 11.7% más de patrones pulmonares en perros domésticos (89.47%) que en los de protectoras (77.77%), esto podría deberse al tamaño muestral.

5.5. Patrones pulmonares en función de la edad

En los tres grupos de edades predominó el patrón broncointersticial (35.90%). El único cachorro del grupo tuvo un patrón broncointersticial, el grupo de jóvenes-adultos también (23.08%) y el grupo de geriátricos coincidió en un 10.26% en presentar el patrón broncointersticial o en no presentar ningún tipo de patrón. Los únicos patrones alveolares y broncoalveolares que se hallaron fueron en animales geriátricos. Esto coincide con Kealy et al. (2011), R. W. Nelson & Couto (2020), Schwarz & Johnson (2011) y Thrall (2018) los cuáles mencionan que los patrones alveolares son muy comunes en geriátricos ya que este patrón puede ser resultante de edemas cardiogénicos o no cardiogénicos, neumonías, tumores, entre otros, y estos animales tienen el sistema inmunológico deprimido lo que les hace ser más propensos a desarrollar este tipo de enfermedades.

Según la Tabla 18 de los resultados, tanto en animales domésticos como sin hogar el patrón más frecuente resulta ser el broncointersticial, esto puede deberse a la gran variedad de factores y enfermedades mencionadas por Thrall (2018) y R. W. Nelson & Couto (2020) que pueden causar patrones bronquiales e intersticiales como son los artefactos, edades, infecciones, mineralización de los bronquios, neumonías, etc.

Sin embargo, de todos los análisis estadísticos realizados con la prueba de Pearson, únicamente hubo un resultado significativo. La especie (canina o felina) influye en la presencia o ausencia de patrón pulmonar, siendo la especie canina la que resulta en mayor número de animales con presencia de patrón pulmonar. Es probable que sea debido a la mayor presencia de perros que de gatos en el estudio, siendo más del doble (71.79%). En los otros análisis, las relaciones entre variables resultaron ser independientes entre ellas, dando un resultado no significativo, es decir, la probabilidad de Ji cuadrado es mayor a 0.05. Estos resultados no se ajustan a las diversas fuentes científicas como Pesavento & Murphy (2014), Agut Giménez (2014), Kuehn (2018a), Nelson & Couto (2020) las cuales describen que ciertas patologías pulmonares, y con presencia de patrones pulmonares, se transmiten rápidamente entre individuos, por ejemplo, la traqueobronquitis infecciosa canina y el asma felino (descritos en la introducción), afectando sobre todo aquellos animales con baja inmunidad, en condiciones ambientales desfavorables y sobretodo, con altas

densidades en espacios reducidos, hechos que encajan con las condiciones de alojamiento en las protectoras/perreras.

Al valorar los resultados del estudio, se rechaza la hipótesis nula. Los resultados obtenidos no se ajustan a los esperados pudiendo deberse a las limitaciones del estudio descritas a continuación.

5.6. Limitaciones del estudio

Dada la peligrosidad y los pocos medios de los que se disponía, los animales no fueron recogidos directamente de la calle sino que procedían de protectoras donde se les pasa revisión veterinaria y en caso de patología acuden al veterinario. Este hecho seguramente sesgó los resultados. Otras cuestiones a tener en cuenta es haber dispuesto de un número limitado de animales, debido a la dificultad de encontrar animales abandonados o cedidos por asociaciones. Además, se obtuvo mayor número de perros que de gatos, para una correcta comparación el número debería ser equitativo. El estudio radiográfico fue prospectivo y retrospectivo, es decir, hubo 21 radiografías de animales de protectoras que fueron cedidas por el Hospital Solidari de Vilafranca, algunas de las cuáles no se ajustaban a los criterios de inclusión del estudio y tuvieron que descartarse, reduciendo aún más el tamaño muestral.

6. CONCLUSIONES

Valorando los resultados de este estudio, se obtienen las siguientes conclusiones:

- En el presente estudio, la especie canina mostró mayor frecuencia de presentación de patrones pulmonares.
- No existe diferencia significativa entre la prevalencia de los patrones pulmonares entre animales domésticos y de protectoras.
- No existe relación en cuanto a la prevalencia según la especie (perros o gatos) y el tipo de patrón pulmonar que se manifiesta.
- No existe relación en cuanto a la prevalencia según la edad de los animales y el tipo de patrón pulmonar que se manifiesta.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agut Giménez, A. (2014). *Diagnóstico por imagen en pequeños animales*. Multimedia ediciones veterinarias, Zaragoza, España.
- Centre Veterinari de Cornellà. (s. f.). Mi gato tiene asma - Veterinario Gatos. Recuperado de <https://www.veterinariogatos.com/mi-gato-tiene-asma/>
- Day, M. J., Carey, S., Clercx, C., Kohn, B., Marsillo, F., Thiry, E., ... Walker, D. J. (2020). Aetiology of Canine Infectious Respiratory Disease Complex and Prevalence of its Pathogens in Europe. *Journal of comparative pathology*, 176, 86-108. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.jcpa.2020.02.005>
- Dear, J. D. (2020). Bacterial Pneumonia in Dogs and Cats: An Update. *Veterinary Clinics of North America - Small Animal Practice*, 50(2), 447-465. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.cvsm.2019.10.007>
- Dennis, R. (2008). Radiological assessment of lung disease in small animals 2. Alveolar, interstitial and mixed lung patterns. *In Practice*, 30(5), 262-270. Recuperado de <https://doi.org/10.1136/inpract.30.5.262>
- Evans, H. ., & de Lahunta, A. (2013). *Miller's Anatomy of the dog* (fourth edition). Elsevier: Missouri.
- Gadbois, J., D'Anjou, M. A., Dunn, M., Alexander, K., Beauregard, G., D'Astous, J., ... Beauchamp, G. (2009). Radiographic abnormalities in cats with feline bronchial disease and intra- and interobserver variability in radiographic interpretation: 40 cases (1999-2006). *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 234(3), 367-375. Recuperado de <https://doi.org/10.2460/javma.234.3.367>
- Gelberg, H. B. (2012). *Pathologic Basis of Veterinary Disease* (Sixth edition). Elsevier: Illinois.
- Glickman, L. T., & Appel, M. J. (1981). Intranasal vaccine trial for canine infectious tracheobronchitis (kennel cough). *Laboratory animal science*, 31(4), 397-399. Recuperado de <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/6273648>
- Gram, W. D., & Milner, R. J. (2017). *Chronic Disease Management for Small Animals. Chronic Disease Management for Small Animals*. Recuperado de <https://doi.org/10.1002/9781119201076>

- Kealy, J. K., McAllister, H., & Graham, J. P. (2011). *Diagnostic Radiology and Ultrasonography of the Dog and Cat* (Fifth edit). Missouri: Elsevier Saunders.
- Kirberger, R. M. (2015). Thoracic Computed Tomography. *veterinary information network*. Recuperado de <https://www.vin.com/doc/?id=6699733>
- König, H. E., & Liebich, H.-G. (2008). *Anatomía de los Animales Domésticos: Órganos, Sistema Circulatorio y Sistema Nervioso* (2ª edición). Madrid: Editorial medica panamericana.
- Kuehn, N. F. (2013a). Feline Respiratory Disease Complex. *MSD Veterinary Manual*. Recuperado de <https://www.msdsvetmanual.com/respiratory-system/respiratory-diseases-of-small-animals/feline-respiratory-disease-complex>
- Kuehn, N. F. (2013b). Overview of Respiratory Diseases of Small Animals. *MSD Veterinary Manual*. Recuperado de <https://www.msdsvetmanual.com/respiratory-system/respiratory-diseases-of-small-animals/overview-of-respiratory-diseases-of-small-animals>
- Kuehn, N. F. (2013c). Overview of the Respiratory System. *MSD Veterinary Manual*. Recuperado de <https://www.merckvetmanual.com/respiratory-system/respiratory-system-introduction/overview-of-the-respiratory-system>
- Kuehn, N. F. (2018a). Introduction to Lung and Airway Disorders of Dogs. *MSD Veterinary Manual*. Recuperado de <https://www.msdsvetmanual.com/dog-owners/lung-and-airway-disorders-of-dogs/introduction-to-lung-and-airway-disorders-of-dogs#v3206477>
- Kuehn, N. F. (2018b). Tracheobronchitis (Bronchitis) in Dogs. *MSD Veterinary Manual*. Recuperado de <https://www.msdsvetmanual.com/dog-owners/lung-and-airway-disorders-of-dogs/tracheobronchitis-bronchitis-in-dogs>
- Larson, M. M. (2020). Normal Radiographic Anatomy. En M. Holland & J. Hudson (Eds.), *Feline Diagnostic Imaging* (First edit, pp. 151-160). John Wiley & Sons, Inc. Recuperado de <https://doi.org/10.1002/9781118840931>
- Lattimer, J. C. (2019). Diagnostic Imaging of Animals. *MSD Veterinary Manual*. Recuperado de <https://www.msdsvetmanual.com/clinical-pathology-and-procedures/diagnostic-imaging/diagnostic-imaging-of-animals>
- López, A., & Martinson, S. A. (2017). Respiratory System, Mediastinum, and Pleurae. En *Pathologic Basis of Veterinary Disease Expert Consult* (pp. 471-560.e1). <https://doi.org/10.1016/B978-0->

323-35775-3.00009-6

- Marabolí, J. A. (2015). *Ccaracterización radiográfica de lesiones pulmonares obtenidas de la casuística de perros del hospital veterinario de la universidad austral de chile entre los años 2001 a 2011* (Trabajo fin de grado). Universidad Austral de Chile, Valdivia.
- Moon Larsen, M. (2008). Radiographic evaluation of pulmonary patterns and disease (Proceedings). Recuperado de <https://www.dvm360.com/view/radiographic-evaluation-pulmonary-patterns-and-disease-proceedings>
- Navalón, I., Palmero, M. L., & Aybar, V. (s. f.). Cardiorespiratorio en gatos. Recuperado de https://www.avepa.org/pdf/proceedings/CARDIORRESPIRATORIO_EN_GATOS_2016.pdf
- Nelson, R. W., & Couto, C. G. (2020). *Small Animal Internal Medicine* (Sixth edit). Missouri: Elsevier.
- North Downs. (s. f.). Feline Asthma and bronchitis in cats. Recuperado de <https://www.ndsr.co.uk/specialist-referral-service/pet-health-information/internal-medicine/feline-asthma-and-bronchitis>
- Pesavento, P. A., & Murphy, B. G. (2014). Common and Emerging Infectious Diseases in the Animal Shelter. *Veterinary Pathology*, 51(2), 478-491. Recuperado de <https://doi.org/10.1177/0300985813511129>
- Reece, W. O. (2009). *Functional Anatomy and Physiology of Domestic Animals* (fourth edit).
- Sánchez, Xavier (2018). *Manual práctico de radiología torácica en perqueños animales*. España: Servet.
- S.Seiler, G. (2010). How to Make Sense of Pulmonary Patterns in Dogs and Cats - WSAVA2010 - VIN. Recuperado de <https://www.vin.com/apputil/content/defaultadv1.aspx?pId=11310&id=4516357&print=1>
- Schwarz, T., & Johnson, V. (Eds.). (2011). *BSAVA Manual of Canine and Feline Thoracic Imaging*. British Small Animal Veterinary Association. Recuperado de <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/978-3-319-53219-6.pdf>
- Spasov, K., Kunovska, M., & Dimov, D. (2018). Lung Patterns in the Dog-Normal and Pathological. *Tradition and Modernity in Veterinary Medicine*, 3(1), 7-14.

Stephen J. Ettinger, Edward C. Feldman, E. C. (2017). Textbook of Veterinary Internal Medicine: Diseases of the dog and the cat. *Leukopenia, leukocytosis*, 750-756.

Thrall, D. (2018). *Textbook of Veterinary Diagnostic Radiology* (Seventh ed). Missouri: Elsevier.

Unzueta Galarza, A., & Sever Bermejo, J. R. (2009). Manual de posiciones y proyecciones radiológicas en el perro. *Servet*.

Ward, J. L., Lisciandro, G. R., & DeFrancesco, T. C. (2018). Distribution of alveolar-interstitial syndrome in dogs and cats with respiratory distress as assessed by lung ultrasound versus thoracic radiographs. *Journal of Veterinary Emergency and Critical Care*, 28(5), 415-428. <https://doi.org/10.1111/vec.12750>